



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA



Dottorato in architettura XXXI CICLO

Patrimonio Architettonico e Paesaggio: Storia e Restauro

Coordinatore

Prof. arch. Michelangelo Russo

**Ingegneria militare e fortificazioni nell'Arco alpino orientale
dall'età post unitaria al primo conflitto mondiale.**

Conoscenza, tutela e restauro.



Dottoranda
arch. Sara Isgrò

Tutor
Prof. arch. Renata Picone

A. A. 2017-2018

a Gian Paolo Treccani e all'amico di sempre G. R.

Abbreviazioni

AUSSME, Archivio dell'Ufficio Storico dello Stato Maggiore dell'Esercito.

Dip. III Infrastrutture Mi, III Dipartimento infrastrutture di Milano.

ISCAG, Istituto di Storia e Cultura dell'Arma del Genio.

CIAG, Comitato di Artiglieria e Genio

MSIGR, Museo Storico Italiano della guerra di Rovereto, Archivio Storico.

ÖStA, KA, Oesterreichisches Staatsarchiv, Abt. Kriegsarchiv, Vienna.

Introduzione

pag. 1

1. Prima guerra mondiale e fortificazioni italiane. Lo stato dell'arte

pag. 15

**2 . Nuovi materiali per le costruzioni e l'adeguamento del patrimonio fortificato di età moderna:
il calcestruzzo e l'acciaio.**

pag. 33

2.1. I nuovi materiali della fortificazione “alla prova”

pag. 36

2.1.1. Il cemento Portland

pag. 75

2.1.2. Il calcestruzzo di cemento e gli esperimenti in Europa

pag. 78

2.1.3. Calcestruzzo di cemento o di pozzolana.

pag. 93

2.1.4. Cemento armato e fortificazione permanente

pag. 103

2.1.5. Il contributo degli ingegneri militari all'impiego del cemento armato
nella fortificazione permanente

pag. 111

2.2. La questione del “ferro nella fortificazione”

pag. 119

2.2.1. Le casamatte metalliche. Cenni storici

pag. 122

2.2.2. Le casamatte metalliche girevoli

pag. 124

2.2.3. La corazzatura alla prova dei mortai di grosso calibro

pag. 149

3. Le fortificazioni in Europa dal 1870 al 1915.

Specificità tipologiche e sperimentazioni costruttive

pag. 159

3.1. *L'influence du tir plongeant et des obus-torpilles sur la fortification*
e la crisi degli ingegneri militari

pag. 164

3.2. La fortificazione permanente nell'ultimo ventennio del sec. XIX

pag. 167

3.3. Questioni relative alle fortificazioni nei diversi Stati d'Europa

pag. 172

3.4. Considerazioni e sviluppo della fortificazione corazzata

pag. 183

3.5. La “Scuola” della separazione della difesa lontana dalla vicina

pag. 203

3.5.a. Il caso italiano. Dal forte tipo Brialmont al forte tipo Rocchi	pag.	207
3.6. La “Scuola” dei forti corazzati ridotti (a difesa indipendente)	pag.	214
3.7. La batteria corazzata tipo Rocchi	pag.	220

4. Il sistema di fortificazione italiano e austriaco lungo il confine orientale

4.1. Le premesse storiche per la creazione di un nuovo sistema difensivo nell’Italia post-unitaria.		
I Fatti.	pag.	225
4.2. Ricognizioni topografico-militari dell’arco alpino negli anni della Grande Guerra	pag.	239
4.3. Il sistema di fortificazione austro-ungarico nelle ricognizioni dello		
Scacchiere Orientale	pag.	247
4.4 Il teatro di guerra nello Scacchiere Orientale attraverso la cartografia storica		
dell’ufficio Storico dello Stato maggiore Esercito	pag.	289

5. Censimento e schedatura dei forti italiani lungo il vecchio confine orientale	pag.	301
---	------	-----

6. I due casi studio.	pag.	431
------------------------------	------	-----

6.1 Forte Montecchio Nord (Colico (LC))	pag.	433
6.2 Forte Verena (Roana (VI))	pag.	469

7. I forti italiani: valori da tramandare.

Prospettive per un programma di restauro e valorizzazione.

	pag.	489
7.1 Restauro versus valorizzazione: alcune considerazioni sulla ricerca	pag.	517
7.2 Il sistema paesaggio-forte. Dalla conoscenza alla valorizzazione	pag.	528

8. Bibliografia	pag.	541
------------------------	------	-----

9. Fonti archivistiche	pag.	573
-------------------------------	------	-----

10. Glossario	pag.	577
----------------------	------	-----

11. Classificazione delle artiglierie	pag.	583
--	------	-----

12. Appendice documentaria	pag.	589
-----------------------------------	------	-----

Ringraziamenti	pag.	655
-----------------------	------	-----

Elaborati Grafici	pag.	657
--------------------------	------	-----

Allegati

All. 1. Quadro d’unione dei fogli IGM al 100.000 del fronte di guerra.

Difese permanenti italiane e austriache sulla linea del vecchio confine orientale.

A cento anni dall'avvio della Grande Guerra, la sua memoria appare tutt'altro che sfocata.

In altri tempi, questo lasso di tempo avrebbe significato l'oblio; oggi, invece, quel dramma continua a riguardarci da vicino, e forse questi cento anni rappresentano la distanza minima per passare dalla cronaca alla storia e iniziare a scriverla.

Già dagli anni Venti del secolo scorso, è lentamente cresciuta la consapevolezza della potenzialità comunicativa e del valore di documento storico insita nelle testimonianze materiali del primo conflitto mondiale, ma è stato soprattutto a partire dagli anni Settanta del Novecento che si è delineato un fertile dibattito legato alla crescente domanda di conoscenza e di fruizione consapevole di tale patrimonio, nonché legato alla paura del rischio della dispersione e della perdita¹.

La Prima guerra mondiale è stata per molti aspetti un conflitto di transizione e di innovazione, per quel che ha riguardato le novità epocali in termini militari, politici, socioeconomici e culturali².

Per la prima volta nella storia dell'umanità, e abbastanza improvvisamente, milioni di individui diventarono testimoni dei prodigi che il progresso scientifico-tecnologico aveva prodotto nei decenni precedenti: un enorme apparato logistico e tecnologico venne predisposto quasi esclusivamente allo scopo di distruggere e di uccidere e questo, insieme a tutte le vicende e le conseguenze del conflitto, acuì il senso di fragilità della vita umana, per il rapporto ormai fuori scala tra uomo e tecnica³.

Dal maggio 1915 al novembre 1917 il conflitto bellico ha interessato gran parte delle Dolomiti lungo la linea che collegava gruppi montuosi imponenti: una catena di postazioni fortificate si snodava quasi ovunque in alta montagna, nell'ambiente severo e scabro delle grandi "crode" dolomitiche. Nessun ufficiale formato in quegli anni avrebbe mai pensato di potere affrontare un terreno bellico come quello dell'Arco alpino, di sopportarne i disagi e le difficoltà proprie della montagna in ogni stagione, come mai era accaduto in precedenza. In questi luoghi erano le montagne stesse a imporre modalità e sistemi bellici (quote, terreno roccioso e verticale, avversità climatiche avevano determinato la tipologia delle azioni e la programmazione delle strategie) e non la scienza militare allora insegnata nelle scuole di guerra. Rispetto ad alcuni settori del fronte alpino, che si stendeva

¹ A. QUENDOLO, *Paesaggi di guerra: "questioni di restauro" per un patrimonio ad alta complessità*; intervento al seminario *Paesaggi Militari. Fortificazioni e Prima guerra mondiale. Conoscenza, restauro e valorizzazione/Military Landscapes. Fortifications and World War I. Knowledge, Restoration and Enhancement* a cura di S. Isgrò, promosso da: Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di ricerca in Architettura, Patrimonio architettonico e paesaggio: Storia e Restauro dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, tenutosi a palazzo Gravina a Napoli, 15 giugno 2017.

² I. F. W. Beckett, *The Making of the First World War*, trad. it., *La prima guerra mondiale*, Torino 2013.

³ M. Giancotti, *Paesaggi del trauma*, Milano 2017, p. 19.

dall'Ortles fino al Monte Canin e oltre, sulle Dolomiti, giocava un ruolo importante la peculiarità morfologica del territorio su cui si innestano tali insediamenti, con i singoli massicci isolati, uno dall'altro, dal basamento boscoso: ogni gruppo montuoso è un mondo a sé, ben delimitato ma suddiviso in una microgeografia estremamente complessa, fatta di creste, valloni profondi, guglie, speroni rocciosi, ghiaioni e intagli aerei che in guerra rappresentavano valide posizioni da occupare. Le montagne stesse si facevano fortezze. A tale proposito, Herbert George Wells scriveva: «L'aspetto di questi monti è particolarmente orrido e triste: sono montagne vecchie, consumate, che vi torreggiano sulla testa alta in enormi pareti verticali e spigolose e, qua e là, crepacci e canaloni; le loro sommità sono creste dentate e irregolari [...]. Esse furono prese d'assalto dagli alpini in condizioni quasi incredibili [...] Deve essere stato come prendere d'assalto il cielo»⁴.

L'occupazione senza antecedenti della montagna e le esigenze di guerra avevano portato anche alla riscrittura della toponomastica dei luoghi. Località sino ad allora anonime e deserte si erano popolate di postazioni, avamposti, trincee, così che ogni masso, ogni valloncetto veniva individuato con un nome proprio, per poterlo distinguere nelle comunicazioni e nei rapporti. Un fiorire di denominazioni – dalle più macabre, come “Colle dei morti” a quelle legate alla morfologia “Dorso del cammello” e “Panettone”, per poi giungere a quelle semplicemente descrittive, come “Sasso bucato”, o di pura fantasia come la guglia senza nome delle Tofane battezzata “Nemesis”.

La costruzione di un complesso sistema logistico e di infrastrutture testimoniava l'asprezza della guerra in territori impervi e caratterizzati dalla rigidità del clima e dalla povertà di mezzi di comunicazione.

Lungo la linea italiana del fronte, per centinaia di chilometri dallo Stelvio all'Adriatico, il territorio è stato inciso e punteggiato su una profondità che andava da qualche decina di metri a interi chilometri, con tracce che componevano a tutti gli effetti una documentazione materiale vastissima e complessa.

Compito di ogni soldato era quello di scavare caverne, gallerie, trincee e camminamenti coperti dove poter condurre una vita sotterranea relativamente al sicuro dalle intemperie e dal fuoco nemico.

Il Monte Piana e il Col di Lana mostrano notevoli esempi di questi imponenti apparati difensivi. Altri si trovano attorno al Passo Valparola, dove il Sass de Stria con le sue gallerie e trincee, si contrappone al Lagazuoi.

⁴ H.G. Wells, *War and the Future: Italy, France and Britain at war*, London 1916, p. 10.



Figura 1.

Nonostante la vastità di una guerra “Grande” per antonomasia, è esistito un microcosmo: il mondo della trincea, dove la visibilità era scarsa e si appoggiava a pochi elementi utili, a fissare la memoria. Nel 1917 Kurt Lewin, con *Paesaggio di guerra*⁵, protocolla un’importante transizione nella produzione e riproduzione del paesaggio.

I paesaggi di guerra «hanno un significato straordinario per chi li ha vissuti, sono impossibili da dimenticare, perché è impossibile dimenticare quella zolla di terra, quel ciuffo d’erba quando si è sotto il tiro radente di una mitragliatrice, come dimenticare quei cunicoli stretti dietro le trincee da cui si emergeva al momento dell’attacco⁶», e ancora nella prosa di Gibelli: «(L) l’uniforme paesaggio che si stende dinanzi alla trincea, limitato dalla visibilità delle feritoie o dai fori praticati nei muriccioli delle ridottine e degli appostamenti, è tale da rendere ancora più monotona la vita di trincea. È un deserto. Non un movimento. Gli osservatori, le vedette conoscono il terreno in ogni minuzia. Un ramo d’albero smosso, una palata di terra fresca, un sasso cambiato di posto sono avvertiti come gravi novità»⁷.

⁵ K. Lewin, *Kriegslandschaft /Paesaggio di guerra* (1917), trad. di Raffaele Scolari, Sesto San Giovanni (Mi) 2017.

⁶ Eric. J. Leed, *Terra di nessuno. Esperienza bellica e identità personale nella prima guerra mondiale* (1979), Bologna 1985, pp. 43-46.

⁷ A. Gibelli, *L’officina della Guerra. La Grande Guerra e le trasformazioni del mondo mentale* (1991), terza edizione accresciuta, Torino 2007, p. 164.

I colpi delle artiglierie hanno scavato buche e crateri, hanno sconvolto la forma dei territori rendendoli irriconoscibili e innaturali. I crateri delle esplosioni, le caverne, i rifugi e le lunghissime trincee scavate durante la Grande Guerra hanno riportato l'uomo al nucleo, sotto terra, ma in una dimensione culturale regressiva, di costrizione quasi cavernicola.

La guerra dei forti è durata pochissime settimane, e ciò è uno dei grandi paradossi della Prima guerra mondiale: uno sforzo trentennale dal punto di vista finanziario e logistico, vanificato da nuovi armamenti che hanno messo fuori gioco e fuori uso le fortezze, queste “cattedrali della guerra” costruite principalmente sul fronte veneto-trentino⁸.

Subentrò, ben presto, un'altra guerra: «la guerra sprofondò in una quarta dimensione – oltre larghezza, lunghezza, altezza – si fece sotterranea, e fu fra tutte le forme del combattere, la più scientifica, la più ingegneristica, la più tecnologica, più visionaria, la più potente, la più roboante, la più primordiale, la più cupa, la più costosa, la più sproporzionata»⁹.

Vivere nel sottosuolo procurava ai soldati febbri di interrimento, ansie claustrofobiche, vertigini; cambiò la percezione del tempo, il suo scorrere naturale e psichico: «Qui le baracche tutte sotto la ghiacciaia, sempre notte, solo candele, solo le vedette vedevano il giorno [...]». Quelle buche, tane, quelle caverne, gallerie, scavate e abitate dagli uomini furono anche lo spazio e il tempo dentro i quali si è consumata un'esperienza interiore buia e snervante. Come e più di quella di Kafka, la lingua delle lettere dei diari e delle memorie di quei soldati diventò, essa stessa, catacombale, gotica, riempiendosi di labirinti, di sepolcri, di tombe, di oscurità¹⁰.

Colpiscono anche certe annotazioni diaristiche di Emilio Gadda¹¹, che fanno capire come luoghi armoniosi verdeggianti, come quelli nei dintorni di Asiago, sembrassero essenzialmente inadatti, proprio per la loro bellezza, a ospitare la guerra. “Stridono troppo”, pare di leggere tra le righe del giornale gaddiano, le immagini di guerra in quell'ambiente altrimenti idilliaco.

Nel diario di Attilio Frescura¹² non mancano invece impressioni più immediate dei paesaggi trasfigurati dai bombardamenti: in Val d'Astico, sotto il fuoco degli obici da 305 mm, per esempio, il terreno mutava fisionomia: ripari, trincee, tutto era sconvolto.

⁸ M. Passarin, *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale; intervento alla Giornata di Studio Fortificazione campale e camouflage. Camminamenti, trincee e paesaggi di guerra*, a cura di S. Isgro, promosso da: Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di Ricerca in Architettura, Patrimonio architettonico e paesaggio: storia e restauro dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, tenutosi a palazzo Gravina a Napoli, 15 marzo 2018.

⁹ D. Leoni, *La guerra verticale. Uomini, animali e macchine sul fronte di montagna 1915-1918*, Torino 2015, p. 268.

¹⁰ Ivi, p. 309.

¹¹ C. E. Gadda, *Giornale di guerra e di prigionia*, in ID., *Saggi giornali favole e altri scritti*, II, a cura di Claudio Vela, Gianmarco Gaspari, Giorgio Pinotti, Franco Gavezzen, Dante Isella, Maria Antonietta Terzoli, Milano 1992.

¹² A. Frescura, *Diario di un imboscato*, Milano 1981, p. 139.



Figura 2.



Figura 3.

Il territorio montano e pedemontano – incluso tra i limiti naturali che cingono a Ovest la vallata dell'Agno e ad Est quella del Brenta, nel territorio provinciale di Vicenza – è ancor oggi fortemente intriso dalle testimonianze del primo conflitto mondiale e, anzi, proprio quest'evento ne ha

fortemente e indissolubilmente connotato l'ambiente, incorporandolo definitivamente nella vicenda della storia del nostro tempo.



Figura 4.



Figura 5.



Figura 6.

Forti, trincee, camminamenti, caverne, postazioni di mitragliatrici e cannoni, acquedotti, teleferiche, strade, mulattiere e piccoli posti di sepoltura: le aree delle battaglie, insomma, ma anche i luoghi della vita quotidiana dei soldati, manifestano ancora, dopo cent'anni, una straordinaria forza di connotazione dell'ambiente.

«Spazi, dunque, che esprimono, con impressionante immediatezza, gli eventi che li hanno permanentemente marcati», o forse è proprio il caso di dire “marchiati”, usando una felice espressione di Vallerani che nel suo saggio definisce questi segni – e in particolare le architetture dei grandi sacrari – «tra i più importanti tatuaggi di guerra d'Europa un'indelebile risignificazione del senso del luogo»¹³. Un fronte di guerra, come ha scritto Paolo Rumiz, «che non si misurava in lunghezza ma in altezza e dove le montagne, in particolare quelle del settore veneto-trentino, vennero sfigurate da una devastante architettura di guerra che scavò strade e camminamenti, costruì città di

¹³ F. Vallerani, *Dalle trincee alle autostrade*, in Boschi R., Turri E., Zumiani D. (a cura di), *Viaggio alla montagna veneta*, Verona 2006, pp. 153-159.

roccia e di ghiaccio, addomesticò le pareti a strapiombo e spianò le punte dei monti¹⁴», edificando imponenti, sproporzionate e costosissime strutture fortificate che trasformeranno pascoli e paesaggi alpestri in un immenso cantiere di guerra¹⁵.

La permanenza degli uomini in quota, come dimostra lo storico Diego Leoni, durante il conflitto prese via via la forma di un vero e proprio «processo di insediamento, mentre, la corsa all'occupazione stabile delle vette portava, sui versanti italiani che su quelli austriaci, alla costituzione di una vera conurbazione alpina, fatta di mille e mille insediamenti piccoli e grandi, che, insieme alle opere e ai servizi necessari a mantenerli, trasformarono il paesaggio naturale per antonomasia, quello montano, in un paesaggio artificiale»¹⁶.

«Le pattuglie occupavano le punte, i passi, di sorpresa, di notte, a viva forza o con l'astuzia; e gli uomini si raccoglievano in queste posizioni come naufraghi sull'iceberg del mare polare»¹⁷.



Figura 7.

¹⁴ P. Rumiz, *Il fuoco e il gelo*, in E. Cammani (a cura di), *La grande guerra sulle montagne*, Roma-Bari 2014

¹⁵ M. Passarin, *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale; intervento alla Giornata di Studio Fortificazione campale e camouflage. Camminamenti, trincee e paesaggi di guerra*, a cura di S. Isgrò, promosso da: Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di Ricerca in Architettura, Patrimonio architettonico e paesaggio: storia e restauro dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, tenutosi a palazzo Gravina a Napoli, 15 marzo 2018.

¹⁶ D. Leoni, *La guerra verticale. Uomini, animali e macchine sul fronte di montagna. 1915-1918*, Torino 2017, pp. 134, 136, 146-147

¹⁷ P. Rossi, *La Prima guerra mondiale. Diario inedito*, Pordenone 2014.

È in questo contesto che sorsero possenti le strutture di uno dei più imponenti sistemi fortificati di tutta Europa che, nelle tragiche vicende della guerra con le loro artiglierie, solo nei primi mesi del conflitto, ne condizionarono lo svolgimento.



Figura 8.

La Grande Guerra ha rappresentato un banco di prova per molti sbarramenti alpini.

Le strutture fortificate costruite solo pochi anni prima dello scoppio del conflitto in base al piano Ferrero¹⁸, alcune addirittura in costruzione, erano ormai obsolete. Per questo risultò necessario, tentarne l'adeguamento aumentandone la protezione e ricorrendo a soluzioni innovative per l'armamento. Anche se solo vent'anni separavano, ad esempio, la costruzione della tagliata della Scala da quella di forte Lan, a dividere le due opere fu un abisso tecnologico e concettuale.

In Italia prevalse la linea perseguita dal generale belga Henry A. Brialmont, anche se, pur seguendo le teorie dei sostenitori dei forti corazzati, la proposta in merito fu di contenere numero, dimensioni,

¹⁸ ISCAG, *Archivio documentale, fondo Comitato degli ispettori d'Artiglieria e Genio*, b. 89, fasc. s.n., ("Piano generale dell'Italia"(1885)).

armamento ed equipaggiamento delle singole opere, al fine di limitarne gli elevatissimi costi di realizzazione.

Lo stesso generale Enrico Rocchi si è più volte soffermato sul concetto che la montagna si presenta come l'ambiente più atto a suggerire provvedimenti pratici, derivanti dall'esame puro e semplice delle necessità del caso ed imposti dalle condizioni locali, come transazioni tra il desiderabile e il realizzabile, tra le esigenze di ordine tecnico e quelle di ordine economico. «Lo studio della fortificazione in montagna gioverà a promuovere lo sviluppo di una scuola, che potrebbe chiamarsi opportunista, la quale, dalle multiformi creazioni dell'industria e dai diversi concetti difensivi che si contengono il primato, tragga disposizioni e forme fortificatorie atte a soddisfare ai più urgenti bisogni¹⁹». Così, oltremodo interessante, è anche un altro concetto sul quale ha insistito: «Tenute presenti le deleterie conseguenze che apporterebbe la caduta di posizioni fortificate di frontiera nei primi giorni di una campagna, si dovrà nell'afforzamento di quelle seguire la massima che: in luogo d'organizzare opere di carattere permanente incomplete e insufficienti per scarsa efficacia di mezzi d'azione, e per mancanza di mezzi adeguati di protezione, nulla si faccia per non preparare al nemico facili trionfi»²⁰.

I forti sono stati oggetto di una storia complessa ed articolata.

Molti già vecchi in relazione al veloce progredire della tecnica e rimasti di conseguenza marginali rispetto al conflitto; altri oggetto di bombardamento che ne hanno minato l'integrità fisica riducendoli allo stato di rovina; altri ridotti allo stato di maceria/rovina dai recuperanti che dal primo dopoguerra fino agli anni Trenta, intrapresero azioni sistematiche di demolizione anche a costo di far esplodere le possenti strutture per estrarne l'armatura in ferro o per rimuovere le cupole e gli scudi corazzati, ecc.

Si è di fronte ad un complesso patrimonio locale, materiale e immateriale, nutrito dal fascino di edifici possenti, autentiche cattedrali della "guerra d'artiglieria", inseriti nel contesto dei boschi, delle valli e delle montagne veneto-trentine; un connubio tra natura e opera dell'uomo che oggi possiede una sua unica armonicità: è questo il vero carattere di questi luoghi, il *genius loci*, ciò che nella letteratura anglosassone viene definito come: *the sense of place*²¹.

Questo territorio rappresenta infatti, prima di tutto per chi lo abita, qualcosa di molto più complesso di un semplice luogo caratterizzato dalle tante attività umane.

¹⁹ E. Rocchi, *La fortificazione permanente contemporanea*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», III, 1908, p. 119.

²⁰ Ivi.

²¹ M. Passarin, *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale; intervento alla Giornata di Studio Fortificazione campale e camouflage. Camminamenti, trincee e paesaggi di guerra*, a cura di S. Isgrò, promosso da: Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di Ricerca in Architettura, Patrimonio architettonico e paesaggio: storia e restauro dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, tenutosi a palazzo Gravina a Napoli, 15 marzo 2018.

É un posto dove un'eredità culturale così incombente ne racconta l'identità attraverso la fissazione plastica di un particolare momento storico che ha scolpito a fondo le caratteristiche di questo territorio, andando a incidere profondamente sull'ambiente, sulla montagna e sulla cultura delle sue comunità.

Indubbiamente, l'unitarietà e la specificità di questo tipo di patrimonio, espressione di un'efficace risposta all'esigenza della messa a sistema di un piano di difesa concepito a livello nazionale, è monito per una precipua attenzione conservativa, unitamente al restauro dell'identità paesaggistica, che vada oltre la tesi di una destinazione diversa dalla mera fruizione turistica e che contempli un sensibile approccio al progetto, per una nuova destinazione d'uso e una fruizione allargata degli stessi, compatibili con i valori di storia, di arte, di paesaggio, e culturali, in senso lato, in grado di sorpassare le difficoltà inerenti il diverso regime di possesso da parte di differenti soggetti.

I primi provvedimenti per la tutela del patrimonio storico della Grande Guerra risalgono al 1922, anno in cui è stato emanato il RD. n. 1386, successivamente convertito in legge 16 giugno 1927 n. 985, aggiornata nel 1967 e poi con la legge 7 marzo 2001 n. 78 *Tutela del patrimonio storico della Prima guerra mondiale*²², promulgata a valle del successo dell'operazione di restauro compiuta ai Lagazuoi (Cortina d'Ampezzo (BL)). Tale legge, con un approccio tutorio di tipo leggero, a basso regime, ha riconosciuto «il valore storico e culturale delle vestigia della Prima guerra mondiale» relative ad entrambi le parti – italiane e austriache- e ha affidato allo Stato e alle Regioni, nell'ambito delle rispettive competenze, il compito di promuovere la ricognizione, la catalogazione, la manutenzione, il restauro, la gestione e la valorizzazione delle “testimonianze” relative.

I forti, le architetture costruite, sono stati i primi ad essere oggetto di attenzione, ma questi fanno parte di un sistema molto complesso e articolato dal quale non possono e non devono essere disgiunti, per cui occorre affrontare il problema della tutela, restauro e della valorizzazione del patrimonio della Prima guerra mondiale quale “sistema”, unitamente all'altro grande tema del restauro del paesaggio alpino, quale bene collettivo ricco di risorse, di identità e di valori.

Il Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, nel fissare i criteri tecnico-scientifici da seguirsi negli interventi sul patrimonio della Prima guerra mondiale, ha vietato «gli interventi di alterazione delle caratteristiche materiali e storiche [...]», autorizzando invece gli «interventi conservativi che ne blocchino il degrado», e proibendo «restauri radicali che ne pregiudichino l'autenticità»²³.

²² *Tutela del patrimonio storico della Prima guerra mondiale*, Legge 7 marzo 2001, n. 78, in «Gazzetta Ufficiale» (2001), n. 75, 30 marzo 2001.

²³ Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n.42, *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*.

Per chi come noi si preoccupa della conservazione e della trasmissione alle generazioni future di queste “memorie”, nel senso più ampio del termine, si rileva un interesse nel parlare di degrado, vestigia, autenticità, e quindi nel condurre la riflessione sul restauro, la conservazione e la valorizzazione di questo patrimonio, non solo come problema di consistenza fisica, ma soprattutto come occasione per un possibile rapporto con il passato legato alla “comprensione del sentimento”²⁴. Emerge dunque un concetto di autenticità strettamente legato sia alla materialità dell’opera sia al tema della fruizione dell’opera stessa, «fruizione leggibile attraverso l’esperienza della percezione dell’*aura*: il passato sopravvive come testimonianza nell’unicità e irripetibilità dell’insieme degli apporti materici stratificati nel tempo che rappresentano appunto quell’insostituibile e irripetibile *hic et nunc* che distingue in modo specifico quella e non un’altra opera, perduto il quale è perduto il suo valore di testimonianza e la stessa credibilità dell’oggetto»²⁵.

L’art. 6 del *Codice dei beni culturali e del paesaggio* ha offerto un inquadramento ovviamente più specifico e settoriale, associando l’attività di valorizzazione ai concetti di conoscenza, utilizzazione, fruizione, e ponendola implicitamente come ultima tappa di un *iter* che, espletate le pratiche di tutela e conservazione, restituisce alla comunità un bene culturale fino ad allora avvicinato per lo più dai soli addetti ai lavori.

Se pur in modo sintetico, la definizione anzidetta ci dà conto dei due principali volti della valorizzazione: “Ri-conoscere” e “Utilizzare”.

Il primo termine evidenzia il fatto che la valorizzazione non è dunque l’attribuzione di un valore aggiunto, ma una presa d’atto del significato già posseduto dal bene; il secondo ci rimanda a quel valore d’uso del bene culturale che può diventare volano per una serie di attività con positive ricadute sul territorio, in termini promozionali ed economici.

Storia, memoria e divulgazione: questi i versanti principali di un intervento sul territorio che deve saper spiegare il complesso, e spesso contraddittorio, rapporto tra l’evento storico e la memoria dei luoghi su cui, per motivi diversi, l’evento ha occasione di provocare i riflessi più ingenti.

E anche quando il trauma di cui si racconta la storia si allontana nel tempo, rendendo la memoria, più culturale che comunicativa (secondo la distinzione di Jan Assmann), l’insieme delle pratiche che lo riguardano ne attualizzano in continuazione il ricordo, lo rendono presente, lo fanno circolare con

²⁴ U. Galimberti, *Psiche e technè. L’uomo nell’età della tecnica*, Milano 1999, p. 710.

²⁵ A. Quendolo, *Paesaggi di guerra: “questioni di restauro” per un patrimonio ad alta complessità*; intervento al seminario *Paesaggi Militari. Fortificazioni e Prima guerra mondiale. Conoscenza, restauro e valorizzazione/Military Landscapes. Fortifications and World War I. Knowledge, Restoration and Enhancement* a cura di S. Isgrò, promosso da: Dipartimento di Architettura dell’Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di ricerca in Architettura, Patrimonio architettonico e paesaggio: Storia e Restauro dell’Università degli Studi di Napoli Federico II, tenutosi a palazzo Gravina a Napoli, 15 giugno 2017.

altri mezzi²⁶. Basti pensare alle migliaia di immagini di cippi, memoriali, forti, trincee e altro ancora, immagini riprese con i cellulari e postate su siti di condivisioni: è anche questo che rende sempre meno netto il confine fra le differenti forme di memorializzazione e loro diverse temporalità²⁷.

Obiettivo virtuoso di chi si appresta a lavorare in tal senso dovrebbe essere quello di giungere alla «costruzione della memoria che, su diversi registri – sia materiali che simbolici – ha fatto da cornice e da sfondo narrativo alla rinascita del nostro Paese come in tutte le nazioni coinvolte nel conflitto²⁸».



Figura 9.

²⁶ Si veda a riguardo: P. Violi, *I siti del trauma: un osservatorio privilegiato*, in P. Violi, *Paesaggi della memoria. Il trauma, lo spazio, la storia*, Milano 2014, pp. 20-27.

²⁷ *Ibidem*, p. 29.

²⁸ G. P. Treccani, *La Preparazione alla guerra*, in «Storia Urbana», XXXVIII, n. 149, 2015, pp. 5-8.

Referenze iconografiche

Figura 1. ISCAG, Archivio Fotografico, Guerra 1915-1918. Questalta Centro. Linea di difesa con i camminamenti della 2^a Armata. Lavori in galleria.

Figura 2. ISCAG, Archivio Fotografico, Guerra 1915-1918. Ricordi di Guerra - Il Priaforà (q. 1654) - Preparativi per la partenza

Figura 3. ISCAG, Archivio Fotografico, Guerra 1915-1918. Corso sciatori in vista della campagna Italo-Austriaca - Mitragliatrice 1911 su sci durante lo sparo (località Claviere)

Figura 4. ISCAG, Archivio fotografico, Guerra 1915-1918. Il S. Michele e zone circostanti visto da Monte Medea.

Figura 5. Panoramica ripresa del territorio di Asiago, (foto dell'A., settembre 2006).

Figura 6. MRRVi, Archivio fotografico Ecomuseo della Grande Guerra, Colonna di prigionieri italiani, Altopiano dei Sette Comuni (16 giugno 1918).

Figura 7. ISCAG, Archivio fotografico, Guerra 1915 - 1918 - Battaglione Dirigibilisti - Sezione fotografica - 2^a Armata - Reticolati austriaci sul M. Sabotino.

Figura 8. Forte Verena, Roana (Foto dell'A., agosto 2016)

Figura 9. ISCAG, Archivio Fotografico, Guerra 1915 - 1918 - Squadra fotografica del 3° Reparto Parco Assedio - Le nostre difese a Passo Pramollo (UD).

1. Prima guerra mondiale e fortificazioni italiane. Lo stato dell'arte

Delineare un percorso storiografico che restituisca, in modo esauriente, lo stato dell'arte sul tema della “*Grande Guerra*” appare piuttosto arduo, essendo la bibliografia sulla Prima Guerra Mondiale (anche per l'imminente ricorrenza del centenario), in continuo aggiornamento.

Sono passati più di cento anni da quella mattina a Sarajevo, era il 28 giugno 1914.

L'assassinio del principe ereditario d'Austria Francesco Ferdinando e della moglie Sofia, da parte dell'anarchico Gavrilo Princip, è stata la scintilla che ha innescato un'esplosione di cui pochissimi avevano previsto l'intensità e le conseguenze.

Quegli spari assolvono a molte funzioni contemporaneamente. Da un lato chiudono repentinamente un periodo di benessere e prosperità lungo trent'anni, una “*belle époque*” della quale l'Europa non ha mai conosciuto eguale, d'altra parte, i colpi di *revolver* indirizzati verso quell'automobile sulla quale viaggiavano l'arciduca e consorte aprono, di fatto, il sipario su un Novecento che ha mostrato, in seguito, d'essere un secolo con particolare vocazione per guerre e massacri. Il 28 luglio, a un mese esatto dall'attentato, l'Austria dichiara guerra alla Serbia.

Il primo conflitto mondiale è stato un evento dalle proporzioni incalcolabili, un triennio destinato a cambiare radicalmente non solo la geopolitica dell'Europa, ma anche il modo di pensare e di agire dei suoi cittadini.

Le molte copertine illustrate da Achille Beltrame documentano efficacemente, anche se con continue concessioni alla retorica, alcuni tra i principali avvenimenti della Grande Guerra. Dall'attentato di Sarajevo al dibattito sull'interventismo, dalle eroiche azioni degli alpini italiani al coinvolgimento dei Paesi extraeuropei, dai nuovi strumenti di guerra alle battaglie su fronti contrapposti, queste pagine testimoniano la ricchezza e la varietà di un patrimonio iconografico che ha raccontato l'Italia nei suoi momenti più gloriosi e nelle sue tragedie più terribili.

Sul finire degli anni Ottanta del Novecento vede la luce l'ultimo volume della Relazione Ufficiale (L'esercito italiano nella Grande Guerra 1915-1918) edita dall'Ufficio Storico dell'Esercito, il quale, fra le due guerre, aveva curato una serie di libri dedicati a vari, limitati aspetti del conflitto.

La pubblicazione dell'opera in questione, composta di 37 volumi, iniziata nel 1927 e interrotta verso la metà degli anni Trenta, mette a disposizione degli studiosi uno strumento d'inestimabile valore.

Nel Regno Unito, all'inizio degli anni '60 del XX secolo, con l'apertura al pubblico di molti archivi militari e governativi, è apparso un variegato motivo di rivisitazione che, ancor oggi, continua a proporre nuove chiavi di lettura dei quattro anni di conflitto. Oltre ai classici letterari apparsi durante e subito dopo la guerra, numerosi sono i lavori contemporanei meritevoli di plauso, che spaziano dalla narrazione prettamente cronologica e storica, alle testimonianze personali e persino alla narrativa ambientata nell'Europa di un secolo fa. In Italia bisognerà attendere gli anni Novanta del Novecento, perché si apra al pubblico l'Archivio storico dello Stato Maggiore dell'Esercito, con i suoi ricchi fondi documentali sulla Prima guerra mondiale. Questo importante evento ha consentito negli anni successivi sia una grande ripresa degli studi sugli aspetti militari della guerra, con la vasta e fortunata produzione sulle battaglie dell'Isonzo e degli Altipiani, sia un rinnovamento della prospettiva storiografica.

La bibliografia dedicata alla Grande Guerra è ovviamente sconfinata in relazione ai diversi filoni di indagine, studio e interessi. Si ritrovano copiosi testi sul perché di una storia: *La prima guerra mondiale* (Stone 2015); *La Prima guerra mondiale. Dodici punti di svolta* (Becker 2014); *La commedia di Charleroi* (La Rochelle 2014); *Una mattina a Sarajevo. 28 giugno 1914* (Smith 2014); *Caporetto. Una battaglia e un enigma Isonzo 1917* (Silvestri 2014); *La prima Guerra mondiale* (Jukes, Simkins, Hickey 2014); *L'ultima estate dell'Europa. Il grande enigma del 1914: perché è scoppiata la Prima guerra mondiale* (Fromkin 2013); *1914. Come La luce si spense sul vecchio mondo* (MacMillan 2013); *Le battaglie di Ypres. Il saliente più conteso della grande guerra* (Gualtieri 2011); *Le origini della Prima guerra mondiale* (Muligan 2010); e ancora *L'anno che ha cambiato il mondo* (Becker 2007). Ed ancora, dai testi classici, in cui le numerose pubblicazioni trattano, spesso nel dettaglio, lo svolgersi dei quattro anni del conflitto che ha infiammato il mondo intero alla saggistica, dove i grandi maestri come, Mario Silvestri, il Generale Roberto Bencivenga, Mario Rigoni Stern, e moltissimi diaristi della Grande Guerra sono presentati in sezioni di puro approfondimento, così come numerosi storici contemporanei che hanno reinterpretato gli avvenimenti chiave del

Primo conflitto mondiale sulla scorta di nuove informazioni e documenti finalmente resi pubblici dagli archivi storico-militari di mezza Europa.

La guerra è sempre di grande ispirazione per gli scrittori. Da *Addio alle armi* di Ernest Hemingway (2011), il Novecento ha intrecciato (con la sua storia tragica) pagine assai meno note ma altrettanto belle, nate dalla penna di scrittori che con la guerra hanno dovuto fare i conti.

Si pensi ai capolavori di Paolo Monelli, dove *fiction* e “*lettera dal fronte*” si mescolano in una interessantissima panoramica su tutti i principali teatri di guerra del 1914-1918; *Un Fenoglio alla prima guerra mondiale* di Beppe Fenoglio (2014); *Niente di nuovo sul fronte occidentale* di Erich Maria Remarque (2016); *Giornale di guerra e di prigionia* di Carlo Emilio Gadda (2002).

Una variegata presentazione di fonti documentaristiche e letture di riferimento sono disponibili per l’approfondimento in dettaglio di argomenti topici del primo conflitto mondiale o, anche più semplicemente, per scoprire e conoscere preziosissime ed esclusive raccolte fotografiche di allora. *Storia intima della grande guerra. Lettere, diari e memorie di soldati dal fronte Donzelli*, di Quinto Antonelli (2014), in cui viene raccolta una ricca documentazione finora inedita.

Si tratta di lettere e diari di soldati italiani, di diversa estrazione sociale e con un diverso livello di istruzione, non sempre combattenti per l’esercito del Regno d’Italia: sono ben rappresentati sudditi di lingua italiana dell’impero Austro-ungarico, trentini, friulani, triestini, spesso mandati a combattere su fronti lontani, contro i Russi. Irrompono da queste pagine le difficoltà del condurre una vita in trincea, la nostalgia della casa e dell’ambiente da cui si proviene. Un elemento di grande interesse è costituito dalla lingua di questi documenti, autentica ed efficace, anche se con lacune ortografiche e con caratteri dialettali e regionali. E ciò grazie agli studi del grande linguista austriaco Leo Spitzer, che lavorando all’Ufficio Censura austro-ungarico ha acquisito una documentazione notevole dalle lettere dei prigionieri di guerra italiani.

Tale è l’eco lasciato da quegli avvenimenti, per i quali anche scrittori che non si sono mai trovati in guerra hanno voluto scriverne, spesso raggiungendo risultati di tutto riguardo: *Il canto del cielo* (Faulks 2012), *Non tutti i bastardi sono di Vienna* (Molesini 2010), *La guerra del soldato Pace* (Morpurgo 2006).

Storiografia e fronte di guerra

Le Dolomiti sono state la quinta di grandi combattimenti e scene di eroismo, un fronte importantissimo durante questo conflitto. *Maledetto Monte. I combattimenti a Monte Piana e nelle Dolomiti di Cortina nel 1915*, di Enrico Varagnolo (2014). Frammenti di storie e di una vita specifica che Varagnolo ha studiato e ha voluto raccontare per far capire, ancora una volta, cosa volesse dire vivere e combattere in quei luoghi impervi e in quel determinato periodo storico. Antonella Fornari, *La Grande Guerra sul Fronte Dolomitico* (2014), racconta la guerra attraverso le storie eroiche degli uomini che ne sono stati protagonisti; un libro di 104 pagine, impreziosito da 83 fotografie in bianco e nero provenienti dagli archivi privati, dove l'autrice riesce ad intrecciare le storie e i racconti con il dolore e le emozioni legate a quei terribili accadimenti. Un libro dove prevale la forte sensibilità della Fornari e la sua riflessione sulla drammaticità della guerra tra diversi sentieri dolomitici, del Passo della Sentinella, del Monte Peralba, della Val Travevànzes, della Cima Grande di Lavaredo e del Monte Piana.

I volumi editi dal Comitato di Treviso dell'Istituto per la Storia del Risorgimento Italiano, presentano sfaccettature diverse, spesso ignorate dai testi che ne raccontano la storia. Immagini, eventi, fatti, luoghi e personaggi che sovente compaiono ai margini della grande storia. Frammenti di un passato che conservano intatto il proprio fascino.

Il 1918 è stato l'ultimo, cruciale, anno della Grande Guerra. Dopo Caporetto, il teatro del conflitto cambia in modo repentino. In poche ore si sposta dalle desolate pietraie del Carso alle campagne del Veneto. La linea del Piave diviene l'ultimo baluardo contro un avversario che, due anni prima, ci si era illusi di ridurre all'impotenza in pochi giorni.

Il Veneto diventa terra di profughi e di persone in fuga, luogo nel quale si lotta e si costruiscono difese munitissime, là dove prima erano campi e fabbriche.

Nel corso dei quarantuno mesi di guerra, dal maggio 1915 al novembre 1918, l'Altopiano è ininterrottamente coinvolto nel conflitto divenendo teatro di alcune delle più sanguinose battaglie combattute sull'intero fronte italiano. I segni di quell'immane conflitto appaiono ancora oggi in tutta la loro evidenza: le rovine delle fortezze, i resti delle trincee, dei ricoveri e dei centri logistici, i ruderi degli impianti idrici, delle stazioni, delle teleferiche, ma anche l'estesa rete stradale.

I cimiteri con le loro lapidi sono monumenti del lutto collettivo e costituiscono, nel loro insieme, un tessuto di opere ancora leggibili che manifestano una straordinaria forza

evocativa e di connotazione del territorio (Corà, Passarin 2014). L'immagine di Cima Grappa, indelebilmente impressa nella memoria collettiva delle genti venete, viene ridipinta in *Baluardo Grappa*.

La storia di questa montagna comincia molto prima dello scoppio del primo conflitto mondiale, inizia nell'Ottocento quando se 'ndava in Grappa con le mandrie da condurre all'alpeggio oppure a cacciare o a far legna. Arrivarono i primi, pittoreschi, escursionisti e poi, la guerra, che farà sì che il massiccio si trasformi in una imprendibile fortezza sulle cui pendici saranno combattute cruente battaglie.

Le proposte editoriali, che presentano i luoghi del fronte con lo scopo di facilitarne la visita, sono diverse: sotto forma di guide, itinerari escursionistici, diari e taccuini di viaggio, con approfondimenti dei racconti di oggi e testimonianze d'epoca, spesso corredati da mappe, cartine storiche e illustrazioni, indispensabili strumenti per conoscere i luoghi in cui migliaia di soldati hanno vissuto, combattuto, perso la vita.

I sentieri della Grande Guerra, pubblicato nel mese di luglio (2016) dal Corriere della Sera e il Club Alpino Italiano (CAI), ripropone l'appassionante viaggio attraverso le vie del fronte. Luoghi, oggi sacri alla memoria, diventati veri e propri musei all'aperto, ricchi di camminamenti, trincee e ripari nella roccia. Una lunga guerra che, a differenza delle precedenti, è stata soprattutto una guerra di trincea e spesso di attesa. E ancora, *Sui Sentieri della Grande Guerra. Dall'Adamello alle Tre Cime di Lavaredo* (2014) in cui Diego Vaschetto, oltre a descrivere i fronti di guerra alpini, ne racconta le vicende belliche: le battaglie, i reparti, le armi, i personaggi, le fotografie d'epoca.

La storiografia italiana, nonostante si registri un leggero ritardo di fase rispetto agli studi nel contesto europeo, negli ultimi decenni ha dato un notevole impulso alle ricerche, rinnovando e ampliando gli indirizzi e gli interessi, sino a comprendere i diversi aspetti che in quegli anni hanno riguardato il Paese, individuando, grazie alle ricognizioni di contributi sui temi della Prima guerra mondiale, una peculiare interdisciplinarietà visti i diversi ambiti d'interesse, che spaziano dall'analisi del territorio, alle operazioni prettamente militari, alle realtà delle popolazioni, alla mobilitazione industriale, alle ripercussioni di quest'ultima sullo sviluppo economico del paese, nonché alla mobilitazione per la protezione del patrimonio artistico italiano, ai sistemi di fortificazione, ecc.

Nonostante le operazioni militari abbiano interessato quasi esclusivamente il confine nord-orientale del paese e che la zona dell'esercito operante sia stata divisa in *zona delle operazioni* e *zona delle retrovie*, studi più recenti tendono, opportunamente, a considerare una più ampia 'zona di guerra', interpretata come luogo reale e simbolico, in cui la tradizionale separazione tra fronte e paese tende in qualche modo a cadere.

Le operazioni militari hanno segnato in modo indelebile il paesaggio sia attraverso i nuovi sistemi difensivi e i lunghi solchi delle trincee; tuttavia, la mobilitazione, che ha impegnato l'intero paese negli approvvigionamenti e nei servizi logistici nelle retrovie, ha lasciato segni altrettanto rilevanti nell'organizzazione del territorio italiano.

Le fortificazioni nella storiografia

Dallo studio del sistema di fortificazione permanente italiano lungo l'Arco alpino orientale, ci si è resi conto che tutta la storiografia esistente, al riguardo, se si esclude quella di pertinenza dello Stato Maggiore Esercito o del Ministero della Difesa, risulta, salvo qualche eccezioni, poco soddisfacente e sicuramente non esaustiva per descrivere un fenomeno di così vasta portata.

Fino ad ora tutte le pubblicazioni che hanno analizzato le fortificazioni non hanno mai parlato della corsa agli armamenti a livello europeo nel periodo prebellico, una delle cause della debolezza dei forti italiani, come testimonia la tragica vicenda del forte Verena: gli ingegneri militari e i progettisti non hanno tenuto infatti conto del grande sviluppo che l'industria bellica, soprattutto tedesca, ha avuto agli inizi del Novecento.

La scienza delle fortificazioni già a partire dalla metà degli anni Sessanta dell'Ottocento aveva iniziato a risentire dei propri limiti nel campo tattico e, tentando di conservare il proprio valore in quello strategico, cercava di trovare anche nuovi ruoli (Ricovero? Perno di manovra? Controffensiva? Logistico?) per rivalutare le fortezze, le piazzeforti e i forti. Si discuteva quindi su come adattare ed applicare al caso italiano i dettami di una delle tre grandi scuole rivali nella fortificazione: quella francese, tedesca e belga. Di qui, dunque, il dibattito anche sui periodici militari riguardo ai problemi che già la Commissione Permanente di Difesa discuteva fin dal 1862 (F. Zanotti 1891).

Quanto il problema è sentito, trova conferma nel diverso numero di contributi nella pubblicistica militare: la voce «fortificazione», infatti, negli indici della sola Rivista Militare Italiana e del Giornale di Artiglieria e Genio è compresa ben oltre 400 volte sotto

forma di recensione, notizia tecnica, di memoria o ancora di articolo concettuale, destinato a diventare il manifesto di correnti di pensiero basate su grandi perni strategici, sui ridotti difensivi, sulle regioni fortificate.

Lo studio del sistema di fortificazioni permanenti, sovente figlio di studiosi locali, è stato spesso orientato a comprendere gli aspetti prettamente militari, quali il continuo e incessante riferimento alle artiglierie, in numero, consistenza, dislocazione, oltre che all'uso bellico delle fortezze, lasciando trasparire quella mancanza di rigore tecnico-scientifico che di converso caratterizza l'operato di uno storico dell'architettura e comunque di un architetto.

Escludendo alcune singolarità, essi ricuciono attraverso le memorie, le immagini, le pagine dei diari dei soldati austro-ungarici ed italiani i diversi aspetti del vivere al fronte, talvolta recensendo il succedersi dei fatti politici, storici, economici, toccando anche gli aspetti di tecnica costruttiva etc.; talora sono gli stessi progettisti dei più recenti interventi di restauro a scrivere sui forti, rimandando di volta in volta, a fonti bibliografiche ormai consuete.

Le eccezioni a questa premessa sono da ricercarsi, oltre che nei testi degli ingegneri militari, quali il belga Henry Brialmont e l'italiano Enrico Rocchi che, a caldo, sul finire dell'Ottocento hanno affrontato la problematica della progettazione e/o dell'adeguamento delle strutture fortificate di fine secolo XIX, nelle sinossi di Angelo Guidetti, in *La guerra dei forti* di Leonardo Malatesta in cui il giovane storico analizza per la prima volta in modo comparativo le strutture difensive italiane ed austriache realizzate dal 1870 fino allo scoppio della Prima guerra mondiale nei territori del Veneto e del Trentino, «*La guerra dei forti, fu il primo scontro fra le forze italiane ed austro-ungariche stanziato fra l'altopiano di Asiago e quelli di Vezzena, Luserna, Lavarone e Folgaria, che vide impegnati i forti italiani di monte Cornolò, Campomolon, Casa Ratti, Corbin, Campolongo e Verena e quelli austriaci di Busa Verle, Spitz Verle, Luserna, Belvedere, Sommo Alto e Doss del Sommo. (...) Ci furono alcuni episodi significativi nella guerra dei forti, cioè le bandiere bianche al forte Luserna, 28 maggio 1915, e il dramma del forte Verena del 12 giugno 1915, che dimostrarono l'inutilità di una guerra di posizione e anche delle fortificazioni*» (Malatesta 2005), e in storici dell'architettura, quali Piero Cimbolli Spagnesi, da sempre attento all'architettura militare e che già in tempi non

sospetti si era occupato del rapporto, ad oggi non completamente indagato, tra ingegneri militari - della levatura di Enrico Rocchi - e architettura civile.

Spagnesi, nel saggio *Enrico Rocchi, Ingegnere Militare e Storico*, indaga il percorso formativo di Rocchi, soldato e progettista di fortificazioni, che ha avuto un ruolo di primo piano nell'ultimo cinquantennio a valle dall'Unità d'Italia, attraverso una copiosa messe di saggi pubblicati nella Rivista di Artiglieria e Genio.

Rocchi nel 1888, offre un'ampia rassegna degli studi su materiali, tecnologie costruttive e organizzazione di cantieri militari di grande entità e sulle varie esperienze effettuate nei diversi Stati europei con artiglierie a lunga e media gittata contro le difese permanenti. (Rocchi 1888).

L'opera di Rocchi serviva a circoscrivere precisi modelli culturali di riferimento per gli ingegneri militari suoi contemporanei, impegnati nelle realizzazioni delle nuove fortificazioni del Regno, enunciando per primo l'importanza di un avvicinamento degli ingegneri militari moderni alla storia dell'architettura (Rocchi 1894).

Primo in Italia, l'ingegnere Enrico Rocchi, nel 1891, aveva messo in evidenza la necessità di realizzare opere fortificate di profondità molto contenuta, armate con installazioni protette e di dimensioni ridotte, per rendere minima la possibilità di colpire da grandi distanze il nucleo alla prova (Rocchi 1891).

Il tipo di forte suggerito da Rocchi in *Traccia per lo studio della fortificazione permanente* (1902), è ispirato ai modelli tedeschi e austriaci, e comunque conformato al teatro operativo italiano. All'ing. Rocchi dobbiamo inoltre la prima sintesi della storia delle fortificazioni dalla preistoria al XX secolo in Occidente *Le fonti storiche dell'architettura militare* (1908).

Un lavoro ancora attuale per l'ampiezza critica, l'arco temporale affrontato e la ricerca continua del senso ultimo di questo tipo d'architettura: *il rapporto tra forme e spazi costruiti e modi di combattere*.

Era inevitabile che le opere difensive permanenti attirassero su di loro l'attenzione degli storici, al di là del ruolo da esse giocate nel corso del conflitto.

Anche perché, le loro membra, perlopiù fatiscenti, fatte salve alcune eccezioni quali il forte Montecchio a Colico, da parte italiana, e il forte Belvedere, da parte austriaca, sull'altopiano di Lavarone, ma anche imponenti e non privi di una sinistra bellezza,

sembrano quasi fungere da paradigma del conflitto, da testimoni muti ed eloquenti ad un tempo della tragedia di cui sono stati protagonisti.

Ne è estraneo a questo costante e continuamente rinnovato interesse da parte della storiografia il fatto che proprio dalle vicende di un'opera fortificata, quella di Busa Verle, sull'altopiano di Vezzena, prenda le mosse e tragga alcune delle sue pagine più drammatiche e coinvolgenti il diario austriaco di guerra che, tradotto molto presto in italiano, ha poi svolto il ruolo di rappresentante quasi esclusivo del modo con cui l'“altra parte” aveva vissuto la guerra stessa, cioè *Tappe della disfatta* (1993) di Fritz Weber. Si tratta di una produzione abbastanza disomogenea in cui prevale, di volta in volta, l'interesse geografico se non addirittura escursionistico, l'attenzione per gli aspetti tecnico costruttivi, legati soprattutto all'armamento, alle blindature e agli effetti dei colpi che queste opere hanno dovuto incassare, o, più raramente, l'interesse per le vicende umane e militari di queste *navi da guerra di terraferma*, espressione dello stesso Weber, - e per l'epopea dei reparti italiani di fanteria cui è toccato nei primi mesi di guerra il poco gradito compito di attaccarli.

Ancor più raramente capita di imbattersi in lavori capaci di contestualizzare le opere fortificate nella tradizione storica e nelle ragioni politiche che ne hanno determinato la costruzione, nelle esigenze strategiche e tattiche, variabile nel tempo e quindi inevitabilmente esposte a posteriori a contestazioni e recriminazioni da cui è dipesa l'opposizione a loro favore, nella peculiare collocazione geografica che giocava spesso un ruolo determinante nelle scelte e nella modalità della loro realizzazione.

Quasi sempre, quando si parla o si legge dei forti della Grande Guerra sul fronte italo-austriaco, tanto il lettore comune quanto l'appassionato vanno con la mente alle opere fortificate costruite tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento in prossimità del confine odierno delle province di Trento e di Vicenza. In particolare, è la cosiddetta cintura corazzata degli altipiani, voluta dal capo di stato maggiore austroungherese Feldmaresciallo Conrad von Hötzendorf (1852-1925) sugli altipiani di Vezzena e di Lavarone-Folgaria, e le fronteggianti opere fortificate italiane, protagoniste di episodi, talora eroici, talaltre, più spesso, tragici, che la letteratura e la storiografia di guerra hanno ormai indelebilmente impresso nell'immaginario collettivo delle genti trentine e venete direttamente coinvolte nel dramma.

L'epopea dei "forti degli Altipiani", immortalata nel primo dopoguerra da diversi autori e in anni più recenti da Umberto Mattalia e Gianni Piero Pan ha praticamente monopolizzato l'attenzione del pubblico in materia.

Solo in quest'ultimo decennio parallelamente al risveglio di interesse per la storia del grande conflitto, si è avuto un innegabile arricchimento della bibliografia fortificatoria relativa a settori del fronte italo-austriaco diversi da quello trentino-vicentino.

L'allargamento del panorama librario e, ovviamente, delle ricerche e degli studi che ne costituiscono l'imprescindibile premessa, ha però fino ad oggi privilegiato le opere fortificate di costruzione austroungarica, forse a causa della maggiore disponibilità e reperibilità della documentazione bibliografica ed iconografica ad esse correlata.

È da ricordare il lavoro di Gian Maria Tabarelli su *I Forti Austriaci nel Trentino e in Alto Adige* (1990), le ricerche di tipo tecnico-militare di Massimo Ascoli e Flavio Russo per l'Ufficio storico dello Stato maggiore dell'Esercito, tra cui *La difesa dell'Arco alpino. 1861-1940* (1999), *La guardia alpina della frontiera* (2003), le ricerche di Leonardo Malatesta pubblicate nel volume *La guerra dei forti. Dal 1870 alla Grande guerra, le fortificazioni italiane ed austriache negli archivi privati e militari* (2003), e ancora Massimo Ascoli, Alessandro Bernasconi e Maurizio Lucarelli, con il volume *Fortezze e soldati ai confini d'Italia* (2004); lo studio di Walter Belotti su *Le batterie corazzate. I sistemi difensivi e le grandi opere fortificate in Lombardia tra l'Età Moderna e la Grande Guerra* (2009) a cui si aggiunge quello sull'evoluzione di questi sistemi difensivi da un punto di vista della teoria e delle tecniche militari, approfondito nel saggio di Werner Rosner, *Il periodo prebellico della fortificazione austriaca in Trentino. Costruzione, tecnologia e armamenti* e in quello di Gianluca Padovan, *La fortificazione "alla moderna" da Averulino detto "il Filarete" alle teorizzazioni di Karl von Clausewitz*, entrambi contenuti nel volume curato da Maria Antonietta Breda *Luoghi e architetture della Grande Guerra in Europa* (2012).

In questo panorama storiografico non hanno tuttavia finora trovato una degna compiutezza gli studi delle fortezze italiane, sulle loro caratteristiche costruttive, sulla loro vicenda prebellica e soprattutto della loro "vita di guerra", si è inoltre parlato e scritto poco, quasi esclusivamente in relazione o in contrapposizione ai fronteggianti baluardi imperialregi.

In questa sequenza di studi, si inserisce il saggio di Vittorio Foramitti dal titolo *Paesaggi di guerra e geografia militare in Friuli Venezia Giulia* (2015), e ancora Malatesta con *I forti della grande guerra. Le opere italiane ed austriache protagoniste della guerra dei forti (1915-1917)* (2015).

Fra gli studi che hanno avuto ad oggetto le fortezze venete si segnalano quelli di Walter Musizza, Giovanni De Donà e Daniele Frescura sulla “Fortezza Cadore Maè (1990), e quelli meno recenti di Luca Girotto, pubblicati nel 2002 nel volume che ha per titolo: *1866 - 1918 soldati e fortezze tra Asiago e il Grappa. Storia ed immagini dello «sbarramento Brenta-Cismon» dal Risorgimento alla prima guerra mondiale*. Qui lo storiografo trentino, non trattando il sistema difensivo italiano dell’altipiano di Asiago, prende come esempio l’avvenimento del Verena per descrivere le azioni belliche che ci sono state confinate tra l’Italia e l’Austria. E ancora, *Il Dramma del Forte Verena* (2012) di Leonardo Malatesta e il recente saggio di Ilaria Panozzo *La memoria della Grande guerra sull’Altopiano di Asiago: il Forte Corbin* (2012).

Circa gli studi sulle fortificazioni permanenti friulane vanno segnalati il saggio di Marco Pascoli su *Il sistema regio di fortificazioni permanenti del Friuli nella Grande Guerra* (2014), il volume curato da Gizella Nemeth, Adriano Papo e Gianluca Pastori dal titolo *La via della guerra. Eserciti e fortificazioni alla vigilia della Grande Guerra* (2014). *Paesaggi di Guerra. Memoria e progetto* (2015), curato da Alessandra Quendolo in cui si presentano quattordici studi dei maggiori esperti italiani sulla valorizzazione dei luoghi della Grande Guerra – forti, cannoniere, trincee, monumenti, cippi, sistemi fortificati, teste di ponte e ospedali – forse il libro più completo e vario sulla linea difensiva che andava dal Trentino a Monfalcone; *Il patrimonio della Prima guerra mondiale: progetti di tutela e valorizzazione* (2015) a cura di Rita Bernini, in cui a dieci anni dall’emanazione del decreto ministeriale del 4 ottobre 2002 sui criteri tecnico-scientifici previsti dalla legge n. 78 del 2001 per la realizzazione degli interventi tesi al recupero e alla valorizzazione delle testimonianze di interesse storico-culturale della Grande Guerra legate al paesaggio, è stato ricordato come gli Uffici della Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici del Veneto- abbiano fornito un contributo specifico in ordine di ricognizioni sul territorio, all’elaborazione degli studi e, in particolare, alla definizione dei criteri di conservazione e valorizzazione di tali beni, riscontrando il progetto di tutela del Patrimonio storico della Prima guerra mondiale curato dalla Comunità Montana

spettabile Reggenza dei Sette Comuni anche sulla base del Piano di catalogazione precedentemente redatto in virtù della legge della regione Veneto n. 43 del 1997. Sono da segnalare anche gli Atti del convegno *I forti austroungarici nell'Alto Garda: che farne?*, (Riva del Garda, 2003), ed in particolare il contributo di Gianpiero Sciocchetti sul *Confronto tra le fortificazioni permanenti austroungariche e quelle italiane nella zona del lago di Garda tra Otto e Novecento*; gli Atti del convegno *La memoria della Grande guerra in Trentino: progetti ed iniziative di recupero e valorizzazione nel quadro della legislazione nazionale e provinciale* (Rovereto, 2003) (2005) curato da Massimo Piva e Camillo Zadra nel volume; il volume di Antonio Trotti *La valorizzazione delle fortezze moderne dell'arco alpino*, Atti della giornata di studio (2009), quello curato da Michela Favero, *Progetto Grande guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, nonché quello di Nicola Fontana *La regione fortezza. Il sistema fortificato del Tirolo: pianificazione, cantieri e militarizzazione del territorio da Francesco I alla Grande Guerra* (2016), in cui l'autore ricostruisce le fasi della pianificazione, della progettazione e della costruzione delle fortezze del Tirolo meridionale tra Ottocento e Novecento. La vertiginosa crescita delle industrie degli armamenti, il modo in cui questo settore è diventato trainante per l'intera economia del paese, è affrontato da Maria Antonietta Crippa,

L'industrializzazione italiana e la Grande Guerra: acquisti e interrogativi aperti in P. Cimbolli Spagnesi, *Al di là delle trincee* (2018).

Non si è finora esplorato come il primo conflitto mondiale, evento con valore di spartiacque nel mondo contemporaneo, abbia inciso nella trasformazione del paesaggio nazionale. Solo di recente, il rapporto tra Grande Guerra e industrializzazione è al centro dell'attenzione di molte recenti indagini sulla storia nazionale.

Al riguardo, sono da menzionare i volumi di Alberto Caracciolo, *La formazione della grande industria durante la Prima guerra mondiale* (1967) e *La crescita e la trasformazione della grande industria durante la prima guerra mondiale* (1975), e ancora: *Lo sviluppo di una grande impresa d'Italia. La Terni dal 1884 al 1962* (Bonelli 1973); *Lavoro e guerra: la mobilitazione industriale italiana, 1915-1918* (Tomassini 1997).

Interessante è il testo di Luciano Segreto, *Industria bellica e sviluppo economico in Italia, 1861-1940* (1997), pubblicato nel numero monografico di «Italia contemporanea» dal

titolo *L'Industria bellica nella storia d'Italia*, curato da Andra Curami (2010). Segreto conferma che l'industria degli armamenti ha consentito all'Italia la rapida riduzione del divario tecnologico rispetto alle nazioni più avanzate, rendendola una dei maggiori esportatori mondiali di armamenti, al pari quasi dell'Inghilterra, Germania e Francia.

L'Ansaldo e la Grande guerra 1915-1918 (Castronovo 1997), Renato Covino e Gino Papuli in *Le acciaierie di Terni* (1998), Valerio Varini in *L'opera condivisa. La città delle fabbriche. Sesto san Giovanni (1903-1952). L'industria* (2001); *Produrre per combattere: operai e mobilitazione industriale a Milano durante la Grande guerra, 1915-1918* (Di Girolamo 2002).

Merita di essere menzionato il convegno sul tema *Scienza, tecnica, industria in Italia durante la Grande Guerra* (Brescia, novembre 2004).

Un po' datato, ma non per questo meno importante è il volume *Armi d'Italia nella guerra e per la pace* del 1920, in cui si offre un'importante sintesi della situazione industriale italiana a valle della Grande Guerra e, al contempo, un quadro sinottico dei più rilevanti stabilimenti impegnati in guerra, con un copioso corredo fotografico e tavole a colore.

Di notevole risalto il volume *La Grande Guerra* (2008), degli autori Mario Isnenghi e Giorgio Rochat, frutto del lavoro dei due storici, diversi ma affini.

L'uno, Rochat, esperto della dimensione prettamente militare, l'altro, Isnenghi, versato nella storia della cultura e degli intellettuali.

Si intrecciano felicemente i due filoni di studio per raccontare vicende politiche e culturali ma anche operazioni militari, ideologie e sogni, cifre e fatti. Il racconto stringente di come la guerra sia stata voluta e non voluta, condotta e contestata, maledetta e ricordata, di quale ruolo vi hanno giocato le forze politiche e gli intellettuali, di quale è stato l'agire e il pensare di generali, soldati e società civile, donne, prigionieri; *La guerra verticale* (2015) in cui Diego Leoni ci narra come la guerra di montagna è stata molte guerre: di masse sugli altopiani, alpinistica sulle Dolomiti e sui ghiacciai, sotterranea in tutti i settori, tecnologica e di saperi; di come la sfida militare sia stata preannunciata da quella turistico-alpinistica fin dalla seconda metà dell'Ottocento; di come abbiano vissuto e raccontato quell'esperienza i combattenti, ma anche i prigionieri, i civili; di come siano cambiate le relazioni fra uomo e ambiente.

A tutto ciò si aggiunge il programma della rivista «storia urbana» le cui tappe, declinate in una triplice scansione temporale, in coincidenza del quadriennio della ricorrenza (2015-

2018), ripercorrono gli anni che hanno preceduto la discesa in campo dell'Italia (maggio 1915); gli scenari di guerra e le distruzioni materiali provocate a paesi e territori; la riparazione di edifici e infrastrutture, nonché la costruzione della memoria che, su diversi registri, materiali e simbolici, ha fatto da cornice e da sfondo narrativo alla rinascita del nostro Paese così come in tutte le nazioni coinvolte nel conflitto.

Gian Paolo Treccani, da ex ufficiale degli alpini, ha avviato tra i primi in Italia, ricerche su danni e ricostruzioni varie durante ambedue i conflitti mondiali, e con un contributo dal titolo *La preparazione alla guerra* apre il numero monografico della rivista «Storia Urbana» n. 149 (2015), il cui obiettivo è quello di indagare temi che attengono il percorso di preparazione alla guerra, cioè l'attuazione di opere e infrastrutture nonché l'emanazione di provvedimenti di differente natura che, nel loro insieme, hanno rappresentato i prerequisiti atti a consentire la partecipazione dell'Italia a quello scontro armato.

Sempre nello stesso numero della rivista, Maria Paola Gatti, con il contributo dal titolo *La progettazione e la costruzione delle opere di difesa lungo il fronte meridionale asburgico in Trentino* apre ai temi dei percorsi di formazione delle strutture difensive austro-ungariche nel distretto del Tirolo meridionale; Davide Sigurtà in *Conflitti sociali e trasformazioni urbane nelle «zone di guerra»: il caso del basso Garda bresciano*, sul fronte opposto della barricata trentina, indaga il dispositivo di formazione della nuova viabilità montana, parte di un più piccolo piano di infrastrutturazione a scopi militari della montagna messo a punto dall'esercito italiano; il tema della conflittualità sociale e della trasformazione dei centri posti nelle ferrovie, in cui si svolgono attività di preparazione e addestramento delle truppe da inviare al fronte, è indagato da Mauro Pellegrini con riferimento all'entroterra gardesano; Nicholas Murray in *The evolution of trenches: hidden in plain sight*, traccia un quadro dell'evoluzione delle tecniche e dei sistemi di trinceramento dei territori di battaglia e delle modifiche, talora permanenti, che queste strutture difensive hanno determinato nei profili di quei luoghi, e in ultimo Nicolas Lefort che affronta il tema della protezione dei monumenti nella regione francese dell'Alsazia, mentre Nino Sulfaro, presenta una copiosa rassegna di testi che negli ultimi decenni si sono occupati dei diversi temi afferenti al primo conflitto mondiale.

In ultimo, il volume di Piero Cimbolli Spagnesi, *Al di là delle trincee. Territori e architetture del Regno d'Italia al tempo della Prima guerra mondiale* (2018), pubblicato

a valle del Convegno omonimo, tenutosi a Roma nel 2015, in cui i diversi colleghi di Storia e Restauro dell'Architettura hanno, sotto un'unica regia, messo a sistema alcuni grandi temi di lavoro, talvolta in itinere, talaltra ancora da indagare. Qui, con grande acutezza e lungimiranza, Spagnesi, ha consapevolezza che un tema quale quello del Primo conflitto mondiale non può essere affrontato, se non in maniera multidisciplinare e non da settori della storiografia (sociale, militare, politica, ecc.) isolati tra loro.

A ciò si aggiunge un proliferare di incontri, seminari, mostre, su un tema quale quello della Grande Guerra, per anni rimasto sopito nonostante il dato tangibile delle strutture fortificate che, con la loro mole o con il loro stato di rudere, punteggiano il paesaggio dell'Arco alpino e le coste italiane. A tal proposito ricordiamo a titolo esemplificativo e non esaustivo: Il sentiero della pace è uno dei primi progetti ad essere realizzato. Nell'ambito anche del progetto Trentino grande guerra il progetto sul territorio a due fronti riguarda la valorizzazione di tutta una serie di frammenti presenti verso il confine con il Lago di Garda, simile a molti altri progetti attuati ma l'aspetto più interessante è quello che riconosce in questo progetto l'opportunità di crescita culturale e di coesione sociale, e questo aspetto, riferito a interventi di tutela su frammenti della Grande Guerra penso che sia uno degli elementi più interessanti sui quali bisogna puntare. Altri progetti: il *Trincerono del Monte Zugna*, un altro luogo fondamentale per la Grande Guerra; il Parco delle memorie di Monfalcone, in cui si attua l'idea della conservazione e del rallentamento del degrado e, sempre nello stesso progetto, alcuni interventi di rispristino; il Museo all'aperto del Monte Kollovat in Slovenia; le Giornate di studio tenutesi rispettivamente nell'ottobre nel 2009 a Montecchio Nord-Colico su "*La valorizzazione delle fortezze moderne dell'Arco alpino*" e a Gorizia, il 20 aprile del 2012, con il titolo "*Paesaggi di guerra: Memoria e progetto*".

L'istituzione presso lo IUAV, nel 2010, dell'unità di ricerca "*Architettura, archeologia, paesaggio: teatri di guerra*", con l'obiettivo, tra gli altri, di sottrarre ad un uso meramente museale, le infrastrutture militari, proponendone una forma di riuso e per gli stessi oltre che per i luoghi; il volume *Il riciclo strategico. Memorie della grande guerra e stratificazioni del paesaggio veneto contemporaneo* offre uno spaccato delle ricerche e delle ricadute nella didattica che in questi ultimi tre anni l'unità di ricerca *Architettura, archeologia, paesaggi: teatri di guerra* coordinata da Fernanda De Maio e il *Centro Studi*

Classica Iuav coordinato da Monica Centanni conducono sul territorio nazionale quale teatro delle guerre del Novecento. Il senso dei contenuti del volume è sintetizzato nel titolo.

Il Congresso Internazionale “*Al di là delle trincee. Territori e architetture del Regno d'Italia al tempo della prima guerra mondiale*”, Roma, dicembre 2015; l'allestimento di mostre quali “*Arte Forte. La Babele di linguaggi e di simboli legati ai conflitti*”, una mostra diffusa nelle diverse fortezze austroungariche del Trentino (8 luglio-28 agosto 2016).

È nel Novecento, secolo breve e violento, infatti, che la memoria ha subito uno stravolgimento di senso: si è fatta memoria immemore per l'incalzante dominio del presente eppure le occasioni per celebrarla sono codificate perfino dalle leggi.

Da questa aporia e dalla constatazione del passaggio della memoria dal corpo umano alle tracce materiali disseminate nei territori che abitiamo prendono avvio le ricerche e gli studi che si presentano. Il libro, tuttavia non è la proposta conclusa di autonome ricerche, è piuttosto inteso come momento per evidenziare, al di là dell'originalità dei contenuti e delle praticabilità del progetto d'architettura contemporaneo nei contesti divenuti teatri di battaglia, anche i punti di contatto con la ricerca Prin “Re-cycle Italy” del Dipartimento di Culture del Progetto e gli sviluppi futuri che la questione dei teatri di guerra come paesaggi strategici potrebbe avere nell'ambito del programma horizon 2020 “Reflective Societies: Cultural Heritages and European Identities” con riferimento al topic “The cultural heritage of war in contemporary Europe”.

A tutto questo si sommano incontri, allestimenti museali e seminari presso i diversi Musei, tra i quali il Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto.

Al riguardo ricordiamo: il progetto *Itinerari della Grande Guerra – Un viaggio nella storia*, che coinvolge le regioni Friuli Venezia Giulia, capofila del progetto, Veneto, Lombardia e le provincie autonome di Trento e Bolzano. La realizzazione del portale *Grande Guerra*, sviluppato nell'ambito dell'omonimo progetto, persegue l'obiettivo di offrire uno strumento utile ed interessante per tutti coloro che desiderano scoprire i luoghi, gli itinerari e un po' di storia della Prima guerra mondiale sulle aree coinvolte dal conflitto; l'attività promossa dall'Istituto Centrale per il catalogo e la documentazione del MIBACT “Progetto Grande Guerra: Censimento dei Monumenti ai Caduti della Prima

guerra mondiale”, con un portale dedicato. A ciò si aggiunge il Progetto del Governo il cui principio ispiratore è il recupero della memoria storica, da condurre anche attraverso la riscoperta, il restauro e la valorizzazione di luoghi, dei monumenti e dei “paesaggi commemorativi” che sono stati teatro di eventi civili e militari.

Centrale sarà la diffusione delle “infrastrutture della memoria” su tutto il territorio, che andranno a costituire un “Museo diffuso” della storia e dell’identità nazionale, anche in chiave europea.

Il programma completo delle attività, che si basa su una sinergia avviata con i massimi Istituti di ricerca e Archivi italiani attraverso appositi protocolli d’intesa, prevede anche un insieme di attività culturali e di divulgazione, quali mostre, convegni, pubblicazioni, campagne fotografiche, concerti, produzioni documentaristiche e cinematografiche.

2. Nuovi materiali per le costruzioni e l'adeguamento del patrimonio fortificato di età moderna: il calcestruzzo e l'acciaio

Nel pieno del clima di rinnovamento, proprio negli anni Ottanta dell'Ottocento, la rivoluzione industriale è accompagnata dall'avvento di un sistema capitalistico industriale d'assalto, lanciato in una corsa irrefrenabile verso il mito del progresso senza limiti, sostenuto da copiose scoperte scientifiche e rivoluzionarie innovazioni tecnologiche, sperimentate nella guerra civile americana e in quella franco-prussiana del 1870-1871, il tutto avallato con entusiasmo dalle correnti culturali dominanti.

In questo frangente, alla continua azione evolutiva degli armamenti, deve corrispondere un'efficace reazione, rappresentata per l'appunto dalla costante ricerca e sperimentazione di nuovi materiali, forme e tecniche costruttive che, insieme a intelligenti strategie, possono in qualche modo contrastare tale azioni.

L'impiego su vastissima scala dell'acciaio è stato indubbiamente uno dei tratti distintivi della nuova epoca. I pregi dell'acciaio sono ben noti da tempo, ma gli elevati costi di produzione ne hanno limitato l'uso alle lame, alle armi da fuoco, agli strumenti di precisione. Con l'impiego di nuove tecniche di fabbricazione – il metodo Bessemer e il forno Martins-Siemens, sperimentati già negli anni '50 e '60 del sec. XIX, quindi il procedimento Gilchrist-Thomas, introdotto nel 1879 – è stato possibile produrne grandi quantità a costi relativamente modesti.

La Prima guerra mondiale si è contraddistinta anche come la prima guerra dell'industria, e non certo per la sua capacità di produrre armamenti per gli eserciti ma per l'entità e varietà degli apporti, anche come conseguenza del balzo tecnologico che ha caratterizzato la seconda metà del XIX secolo e che, pur non modificando la logica della guerra, ne ha mutato virtuosamente le dinamiche.

L'industria siderurgica europea raggiunge i più elevati livelli di sviluppo, grazie al perfezionamento delle tecniche di fusione dei metalli; l'impiego bellico, imprime poi un'accelerazione vertiginosa alla produzione di ghisa e acciaio, che diventano gli emblemi di uno scontro di materiali senza precedenti. La nuova guerra industriale archivia in modo brusco il concetto ottocentesco di conflitto militare, sia dal punto di vista delle tattiche d'accademia che da quello delle retoriche di lealtà e cavalleria, introducendo nuove logoranti strategie di arroccamento in trincea intervallate da assalti alla baionetta, con l'incessante impiego dell'artiglieria pesante e di nuove armi finalizzate alla morte di massa, quali mitragliatrici, lanciafiamme e gas.

Il binomio artiglieria-fortificazione è noto sin dall'antichità, basti pensare che l'evoluzione dei sistemi difensivi si è sviluppato di pari passo a quello dei mezzi per l'offesa. Si comincia allora ad applicare i metalli a protezione delle parti vitali dei forti, con l'ordinamento corazzato; e le esperienze eseguite presso i vari Stati europei confermano la possibilità di sostituire le parti in terra e in muratura con i materiali cementizi.

A partire dal 1864 le esperienze di tiro delle artiglierie rigate contro il forte Cerro sul lago Maggiore- in Italia – e in molte altre città europee, misero in primo piano l'utilizzo del calcestruzzo di cemento, tanto da indurre gli ingegneri militari ad assumere il calcestruzzo come materiale per sostituire le ordinarie murature.

Lo stesso Brialmont nel 1888 propone il totale abbandono delle costruzioni in muratura ordinaria (pietrame, laterizi, ecc.) a favore delle strutture cementizie nelle volte, piedritti e nei muri di rivestimento, e suggerisce inoltre vari metodi di rafforzamento delle opere esistenti.

In molti paesi europei, come Belgio, Francia, Olanda, Germania, Romania e Francia, durante la realizzazione dei singoli forti vengono installati dei laboratori speciali nei quali si eseguono prove pratiche sulle campionature delle miscele cementizie ottenute di volta in volta. Vengono inoltre sperimentati vari tipi di legante, ma il più resistente si rivela quello ottenuto mediante il più costoso cemento Portland, anche se in taluni casi viene sostituito da materiali quali il Trass del Reno o al Pozzolanico.

Alla vigilia del primo conflitto mondiale, il perfezionamento costante delle artiglierie porta ad un cambiamento nelle strutture fortificatorie con una conseguente e progressiva tendenza a rinunciare alle forme tradizionali.

Abbandonate le parti in muratura o in terra, per aumentare la resistenza delle masse di protezione¹, si iniziano ad utilizzare nuovi materiali, come il calcestruzzo e l'acciaio.

Il forte, casamattato, anziché a cielo scoperto, è costituito da uno stretto banco di calcestruzzo, poco emergente dal terreno di impianto, nel cui nucleo sono in vario numero e modo ricavati i pozzi per l'installazione delle bocche da fuoco (protette da cupole fisse o girevoli) e i locali delle munizioni e per il personale incaricato di servire le prime e di valersi delle seconde.

Si riconoscono adesso come materiali di conveniente impiego:

il calcestruzzo che, in masse alquanto spesse, può resistere agli effetti di scoppio delle granate torpedini;

¹I. Hoog, *Storia delle fortificazioni*, Novara 1985.

il ferro e i suoi derivati, si ritrovano in alcuni elementi quali le piastre poste a protezione delle murature o delle masse coprenti e ancora nelle cupole corazzate.

I metalli impiegati sono la ghisa, il ferro (ferro fucinato, ferro omogeneo, ecc.), o l'acciaio (utilizzato per le cupole corazzate e l'artiglieria).

Il sistema fortificatorio rappresenta, attraverso le sue diverse fasi costruttive, un interessante caso di studio dell'evoluzione tecnologica, maturato nell'arco di alcuni decenni nel ramo dell'industria bellica; dalle casematte in pietra e terra alle fortificazioni corazzate scavate nella viva roccia, si assiste insomma ad un continuo rincorrersi di Artiglieria e Genio, in cui la prima guadagna sempre una posizione di vantaggio rispetto alla seconda.

2.1. I nuovi materiali della fortificazione alla prova

L'impiego della fortificazione ha seguito, come ogni altro ramo dell'arte militare, una continua evoluzione, corrispondente a quella dei procedimenti tattici derivanti dai progressi ottenuti nei mezzi e nei metodi d'offesa e di difesa.

Ancora prima dello scoppio del primo conflitto mondiale, gli Stati si fanno una guerra incruenta, ma non priva di conseguenza funeste. Detta guerra si combatte negli edifici, nei poligoni d'artiglieria, nei laboratori chimici. Bange contro Krupp; Saint Chamond contro Gruson; Châlons contro Cotroceni; torri di ferro, di ghisa, giranti oscillanti e a scomparsa, ad uno o a due pezzi; cannoni e granate, polveri nere e brune e sostanze esplosive più o meno misteriose e terribili, calcestruzzi e metalli; tutto ciò si agita in una specie di turbinio infernale, che mai si arresta.²

In base ai risultati delle esperienze eseguite negli anni 1877-78 a Gavre, presso Châlons, per constatare gli effetti di scoppio di proiettili carichi di esplosivi dirompenti su costruzioni di calcestruzzo³ e dedurre le dimensioni necessarie per la resistenza, si sono dedotte alcune imprescindibili necessità:

- spessore dei muri variabile da m. 3,50 ÷ 4,00 se esposti al tiro di lancio e m. 2,50 contro il tiro curvo⁴;
- protezione per le masse di calcestruzzo esposte al tiro di lancio tramite strati di sabbia, ghiaia e pietrisco per ritardare la penetrazione dei proiettili, così da non farli scoppiare in prossimità della parte muraria;
- fondazioni (poste alla profondità di m. 1,00 - 2,50 - 3,00, e in terreni molto sciolti a m. 5,00) protette da ingenti strati di sabbia e ghiaia così da resistere ai proiettili con forti angoli di caduta.

Queste conclusioni, seppur generalmente accettate, non sono state considerate regole assolute, anche se limitate alle parti vitali di un'opera; questo perché le dimensioni ottenute, già

² I dati riportati sono tratti da C. De Antoni, A. Guidetti, *Studi di opere di fortificazione di Montagna*, Torino 1900, pp. 29-50.

³ Per ogni metro di calcestruzzo: m.³ 1 di pietra silicea frantumata, m.³ 0,300 di sabbia, m.³ 0,350 di cemento.

⁴ Lo spessore di m.2,50 si è resa sufficiente per le volte aventi corda da m. 5 a m. 5,5; al diminuire della corda, per i locali alla prova senza strato protettore di terra, sono state adottate le seguenti dimensioni (Borgatti, *Fortificazione permanente*, 1808):

-	corda m.	1,00 ÷ 2,00	spessore	in m.	1,20 ÷ 1,75
-	“	2,00 ÷ 2,50	“	“	1,75 ÷ 2,00
-	“	2,50 ÷ 3,50	“	“	2,00 ÷ 2,25
-	“	3,50 ÷ 4,50	“	“	2,25 ÷ 2,50
-	“	4,50 ÷ 5,50	“	“	2,50 ÷ 3,00

abbondantemente sufficienti per resistere a un tiro di guerra, sarebbero risultate esuberanti per bersagli piccoli o disposti in modo tale da sfuggire al tiro esatto delle batterie d'attacco.

Da ciò si è dedotta la convenienza di riferirsi ai risultati di esperienze eseguite sottoponendo costruzioni simili, per disposizione e struttura, a quelle che sono state poi progettate, ai medesimi sforzi ipoteticamente temuti.

Infine è da considerare che il calcestruzzo cementizio impiegato nelle parti esposte al tiro non sarebbe stato di composizione inferiore ad un quarto.

Esperienze di Wiener-Neustadt (1865)⁵ – Si tratta delle prime esperienze che hanno permesso di porre in rilievo gli effetti di scoppio del fulmicotone sui manufatti di muratura. Qui riassunte:

Esplosivo	Modalità d'esecuzione	Manufatto scelto per la prova	Risultato
Kg 14 di fulmicotone	La carica racchiusa in un recipiente a forma di botte venne posta all'estradosso	Volta di muratura a tutto sesto. Corda di m. 4,40. Spessore alle reni m. 0,80.	Una breccia larga m. 1,70

Esplosivo	Modalità d'esecuzione	Manufatto scelto per la prova	Risultato
Kg 14 di fulmicotone	La carica racchiusa in un recipiente a forma di botte venne posta a ridosso del muro	Muro isolato. H= 1,90 m s= 0,65 m	Una breccia lunga m. 1,50

⁵ I dati riportati, e quelli delle esperienze successive, sono stati desunti da E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, voll. I- II, tr. it. a cura di Enrico Rocchi, Roma 1895, (vol. I), pp. 344-368; si veda inoltre E. Rocchi, *La fortificazione attuale*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, Roma 1892, pp. 5-43.

Esperienze di Cosel (1883) – Si tratta delle prime esperienze di tiro con granate-torpedini contro volte di muratura. Qui riassunte:

Proiettile adoperato	Modalità d'esecuzione	Manufatto scelto per la prova	Risultato
Granata- torpedine lunga sei calibri (m. 1,24) con carica interna di Kg 19 di fulmicotone	Si esegue il tiro con un mortaio da 21 cm	Volte di buona muratura laterizia spesse m. 1,00 coperte con cappa di calcestruzzo spessa m. 0,80 e con uno strato di terra spesso da 1,00 a 2,50 m	Le volte furono attraversate dalle granate torpedini che scoppiarono nel locale sottostante

Esperienze di Kummersdorf (1884) – In questo caso sono state impiegate granate-torpedini da 21, lunghe 5 calibri (m. 1,05) con le pareti spesse mm. 20, con carica interna di kg. 26 di fulmicotone umido (idrato al 10%), del peso complessivo di kg. 180. Da quanto si è visto, la velocità restante è risultata di circa m. 1,70 al secondo, con una forza viva, al punto di percossa, di 265 dinamodi.

Il tutto è qui riassunto:

Esplosivo	Modalità d'esecuzione	Manufatto scelto per la prova	Risultato
Granata-torpedine sopra descritta con spoletta ad effetto ritardato	Si esegue il tiro con un mortaio da 21 cm, alla distanza di km 3,00 circa, con angolo di proiezione di 60°	Volte di muratura ordinaria spessa m. 1,00 con sovrastante strato di sabbia spesso m. 3,00	Le volte furono attraversate
Idem	Idem	Volte di muratura ordinaria spessa m. 1,00 con sovrastante strato di sabbia spesso m. 5,00	Le volte resistettero al tiro
Idem	Idem	Determinazione della penetrazione assoluta nel terreno sabbioso del poligono	Penetrazione assoluta da 4 a 5 metri. Imbuti dallo scoppio: diametro massimo m. 4,80;
Granata-torpedine con carica interna di Kg 36 di polvere	Si esegue il tiro con un mortaio da 21 a distanza da 1000 a 1100 metri	Idem	Penetrazione assoluta da m 2,00 a m 4,00. Imbuti prodotti dallo scoppio: diametro massimo m. 3,50; profondità m 2,00; cubatura mc 10 circa.
Granate ordinarie cariche di polvere ordinaria	Si esegue il tiro con un mortaio da 21 a distanza di m. 2500 con angolo di proiezione di 45°	Idem	Penetrazione assoluta da m. 2,00 a m 2,60. Imbuti prodotti dallo scoppio: diametro massimo m. 2,50, profondità m. 1,20, cubatura mc 4 circa.

Esperienze di Palmanova (1885).

Esplosivo	Modalità d'esecuzione	Manufatto scelto per la prova	Risultato
Kg. 11,500 di fulmicotone umido e compresso, racchiuso in un cilindro di lamiera lungo m. 0,90 del diametro di m. 0,15. Spessore della lamiera 6 -7 mm	Il cilindro venne posto a contatto dell'estradosso con l'asse parallelo alla generatrice e venne ricoperto con uno strato di terra non pigiata spesso m 0,80	Volta a botte di struttura laterizia, con corda di m. 5,00 e spessore di m. 0,90 ricoperta da una cppa di calcestruzzo dello spessore di m. 0,20.	Si è generato una breccia lunga m. 1,70
Idem	Il cilindro venne disposto come sopra ed approfondito nella terra per m. 1,50	Volta di struttura laterizia, con corda di m. 4,50 e spessore di m. 0,40, ricoperta da una cappa di calcestruzzo spesso m. 0,20 e da uno strato di terra spesso m. 2,00	Sconquassamento della volta e distacco dall'intradosso di un pezzo a forma di calotta sferica del diametro di m. 1,20 e dello spessore di m. 0,20.
Granata-torpedine da 15 del Krupp, con carica interna di Kg 11,475 di polvere ordinaria	Idem	Idem	Si ottennero risultati analoghi ai precedenti.

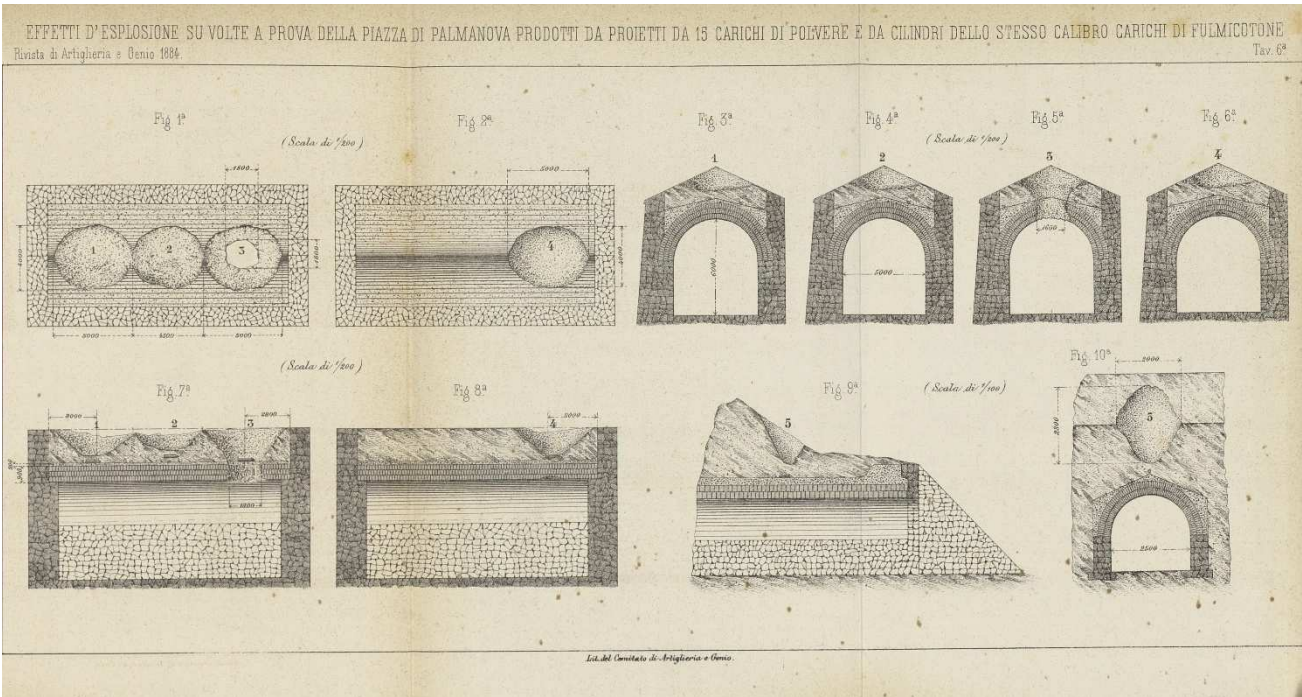


Figura 1.

Esperienze di Chavignon contro il forte della Malmaison (1886)

Queste esperienze sono state eseguite tirando contro il forte della Malmaison, costruito con murature di pietrame calcareo tenero con malta di calce idraulica e con i rinterri formati esclusivamente di terra argillosa leggermente sabbiosa. Le volte dei ricoveri principali sono generalmente spesse m. 0,80, quelle dei magazzini da polvere m. 1,00 dove lo strato di terra soprastante raggiunge m. 4,00; mentre per le caponiere m. 3,00; per i locali ricavati sotto traverse m. 2,50. Generalmente il muro di scarpa semistaccato ha uno spessore di m. 0,80.

I tiri, con angoli di proiezione di 45 e di 30 gradi, sono stati eseguiti a una distanza media, dalla batteria al bersaglio, di circa m. 2250. Le spolette regolate con ritardo completo o senza ritardo.

I risultati ottenuti sono qui riassunti:

Proiettile adoperato	Parte dell'opera colpita	Risultato
Granata-torpedine da mm. 155, lunga calibri 4,5 (m 1,295), con carica interna di Kg 12,5 di melinite. Lanciata con il cannone corto.	Due proiettili caddero nello stesso punto	Aprirono nel muro semistaccato una breccia larga m. 20 circa e danneggiarono seriamente il muro stesso su una lunghezza di m. 40.
Idem	Due proiettili scoppiarono sotto il pendio dello spalto a ridosso del muro di controscarpa	Aprirono due breccie praticabili larghe rispettivamente m. 2,70 e m. 3,00
Idem	Terrapieni e piazzale dell'opera	La penetrazione assoluta nelle terre argillose del forte, con angoli di proiezione di 45°, variò da m 4,60 a 5,50. I diametri degli imbuti risultarono da 3 a 4 metri. Con spolette ad effetto istantaneo si ottennero 5 m. Profondità media m 1,50.
Granata-torpedine da mm. 220, lunga calibri 4,5 (m 1,295), con carica interna di Kg 32,50 di melinite. Lanciata con il mortaio rigato.	Magazzino da polvere	Venne aperta nella volta una breccia di m. 3,50 di diametro.
Granata-torpedine da mm. 220, lunga calibri 4,5 (m 1,295), con carica interna di Kg 32,50 di melinite. Lanciata con il mortaio rigato.	Una caponiera	Distrutta completamente con una breccia di m. 8,00 nel muro frontale.
Idem	Muro di scarpa	Si ottenne una breccia larga m. 30.
Idem	Terrapieni e piazzale interno dell'opera	La penetrazione assoluta sotto angoli di proiezione di 45° raggiunse un massimo di 8,00 m. Con spoletta ad effetto istantaneo si ebbero imbuti di m 6,80 di diametro e di m 1,50 di profondità.

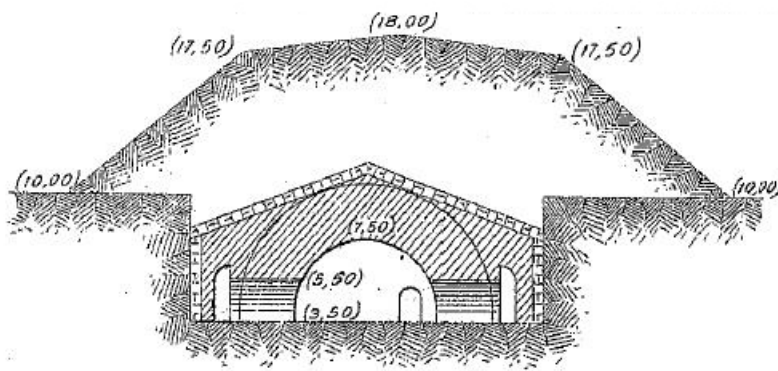
Esperienze di Bourges (1887) – I tiri (per un totale di 154 proiettili), in questo caso sono stati lanciati con il cannone corto (obice) da 155 mm e con il mortaio da 220 mm:

- 89 granate-torpedini da 155, lunghe calibri 4,5 con carica interna di kg 12,5 di melinite;
- 45 granate-torpedini da 220, lunghe calibri 4,5 con carica interna di kg 32,5 di melinite;
- 10 granate ordinarie da 220;
- 10 granate De Bange pure da 220.
-

Per quel che riguarda le granate-torpedini, alcune sono munite di spoletta ritardataria di 0'',5 e di 1'' o di 1'',5; altre di spolette ad effetto istantaneo. Il tiro eseguito a distanza media di m. 2350 con angoli di proiezione di 30, 45 e 60 gradi. La forza viva al punto di percossa per la granata-torpedine da mm. 220, lanciata con angolo di proiezione di 60°, è di 147 dinamodi.

A seguire, la descrizione dei bersagli e i risultati del tiro:

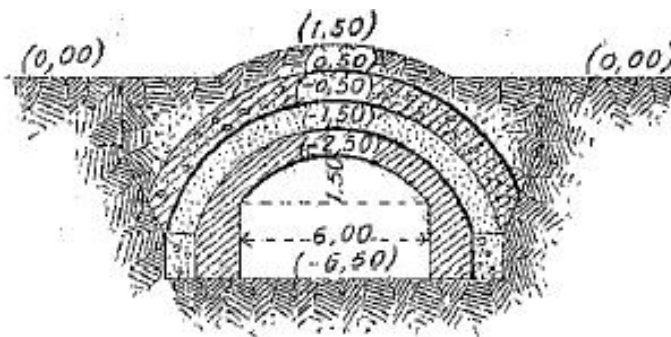
Il primo rappresentato è un magazzino da polvere, di pianta regolare, con un bersaglio di m. 33,75 x 33,50, coperto da volta cilindrica a tutto sesto di m. 7 di corda, di muratura di pietrame e spessa m. 2,50 con strato sovrastante di terra spesso m. 7,5. Il pavimento del magazzino, di m. 6,5, posizionato sotto il terreno naturale, vede emergere la costruzione di m. 8 circa.



Dopo un totale di 31 colpi si riscontra, nella scarpata esposta al tiro, una trincea continua nel senso del tiro, larga m. 8, profonda m. 2,5. La copertura e i muri perimetrali del magazzino hanno resistito al tiro, pur evidenziando la grande vulnerabilità insita nelle costruzioni a forte rilievo.

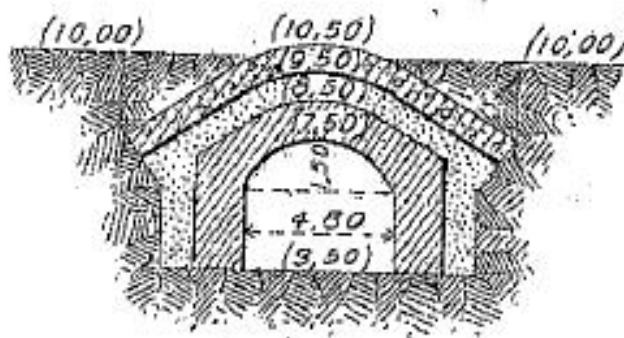
A seguire si trova un ricovero casamattato di pianta rettangolare (14 x 20 m.) con volta cilindrica a sesto ribassato (6 m. di corda, 1,5 di monta), di pietrame duro di Lissierès con malta di cemento spessa

m. 1,00 e coperta da uno strato di sabbia di identico spessore, da uno strato di calcestruzzo cementizio al quarto grosso da m. 1 a m. 1,30 e infine da uno strato di terra grosso sempre un metro. Il pavimento del ricovero si trova a m. 6,5 sotto il terreno naturale, dal quale la costruzione emerge di m. 1,5 circa.



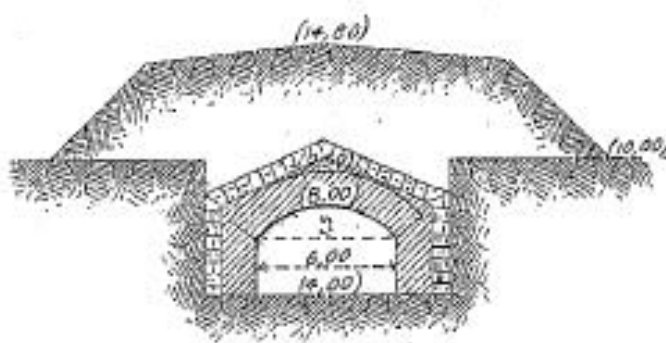
Dei 26 proiettili da 155 tirati soltanto sette hanno colpito il bersaglio; per quel che riguarda la terra della scarpata esposta al tiro, si è registrato un notevole effetto distruttivo, con calcestruzzo denudato segnato da due imbuti compenetrati prodotti dalle esplosioni, del diametro di m. 3, con disgregamento fino a profondità di m. 1,10 circa. Nella volta del ricovero, e dunque al suo interno, in corrispondenza dei punti colpiti si sono create tre fessure, dall'imposta alla chiave, così da presupporre la rapida rovina del ricovero, nel caso di proseguimento del tiro.

Il terzo è ancora un ricovero casamattato di pianta regolare (11 x 14) con volta cilindrica a sesto ribassato (4,8 di corda, 1,5 di monta), terminata a nicchia, di muratura di pietrame, spessa m. 1, coperta da uno strato di sabbia e da un altro di calcestruzzo cementizio al quarto, di identiche grossezze. Il pavimento del ricovero si trova a m. 6,5 sotto il terreno naturale, dal quale la costruzione emerge solo di mezzo metro.



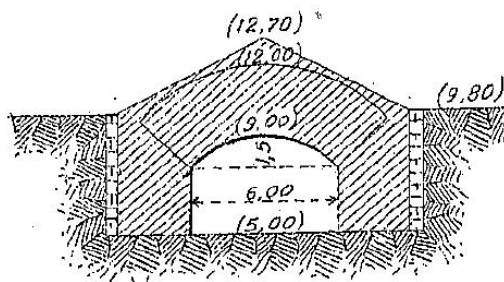
Su questo terzo bersaglio sono state lanciate 34 granate-torpedine (26 da mm. 155 e 8 da mm. 220), di cui 8 andate a segno producendo diversi danni: nei piedritti vari crepacchi e nel calcestruzzo parecchi imbuti di m. 1,60 di diametro e poco più di mezzo metro di profondità.

Ancora un ricovero casamattato per uomini, di pianta rettangolare (22 x 23,70), coperto da volta cilindrica a sesto ribassato (m. 6 di corda e m. 1,50 di monta), costruito in muratura di pietrame spessa m. 1,50, sovrastata da uno strato di terra di m. 4,60. Il pavimento si trova a m. 6 sotto il terreno, dal quale il bersaglio emerge di m. 4,60.



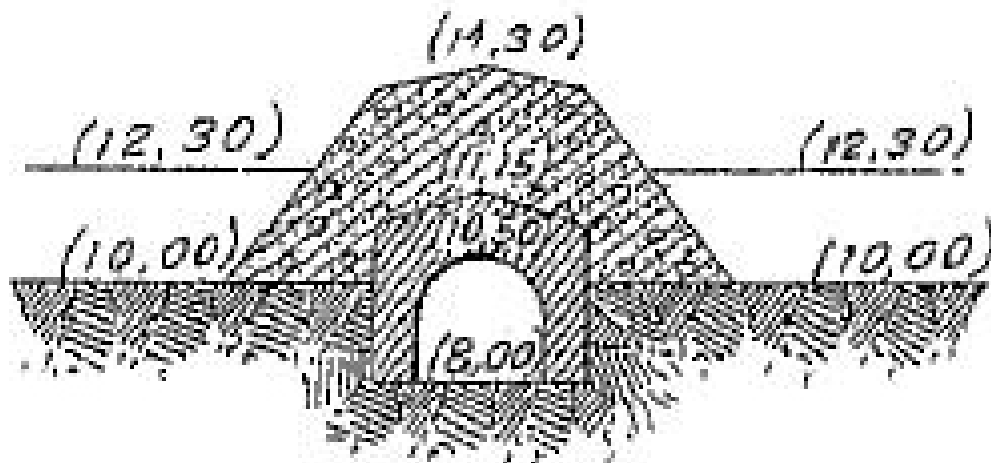
Di 26 granate-torpedine lanciate, 14 hanno colpito il bersaglio; come conseguenza, nella traversa si scavò una trincea lunga m. 12, larga tra i 7 e gli 8 e profonda m. 3,5; inoltre è da registrarsi una breccia di m. 1,5 nella volta. La conseguenza del tiro nell'interno del ricovero fu una fessura verticale di m. 2,50 lungo il muro di fondo; certamente, con il proseguimento del tiro, la casamatta sarebbe andata distrutta.

Altro bersaglio, altro ricovero casamattato di pianta rettangolare (12 x 13), coperto da volta cilindrica a sesto ribassato (m. 6 di corda e m. 1,50 di monta) e costruito in muratura di pietrame spessa m. 3; il pavimento è sito a m. 4,6 dal terreno dal quale la costruzione emerge di m. 2,9.



Dei 26 proiettili scagliati, solo quattro hanno colpito il bersaglio, generando nella volta degli imbuti di m. 2,75 di diametro e di quasi mezzo metro di profondità, con conseguente disgregamento del calcestruzzo fino a quasi un metro. All'interno della costruzione si sono riscontrate tre piccole fessure.

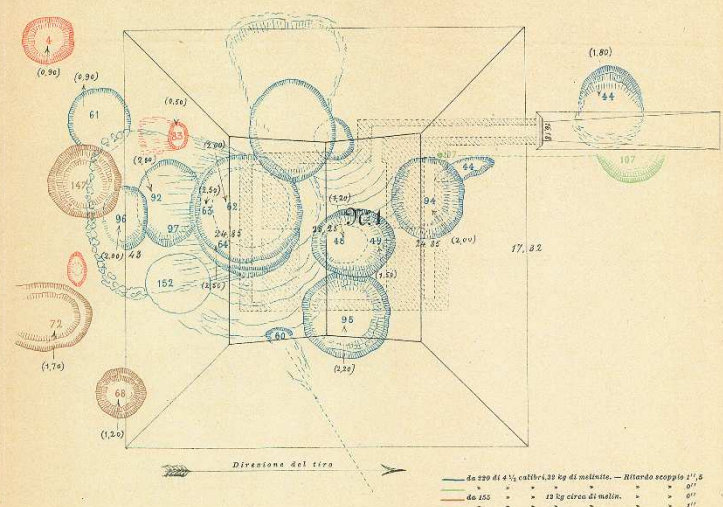
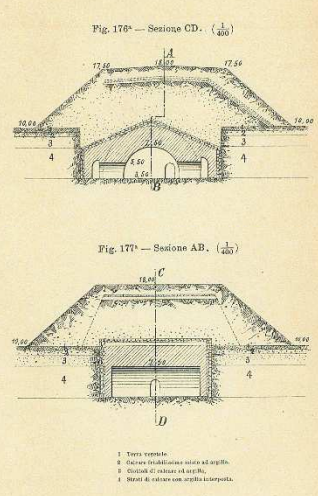
Il successivo è un ricovero casamattato da ramparo, sempre di pianta rettangolare (12,50 x 13,50) e coperto da volta cilindrica a tutto sesto di m. 2,580 di corda e terminazione a nicchia costruita in muratura di pietrame, spessa m. 0,90 e sormontata da uno strato di calcestruzzo cementizio al sesto, grosso m. 2,90. Il pavimento del ricovero, a m. 2 sotto il terreno naturale è sovrastato da una struttura che emerge di m. 4,30.



Delle dodici granate ordinarie (con carica interna di polvere), quattro hanno colpito il bersaglio con conseguente rottura del manto di calcestruzzo in tutti i punti colpiti e distacco di grossi blocchi.

Tipo di casamatta N. 1 e diagramma dei colpi.

Fig. 178^a. ($\frac{1}{400}$)

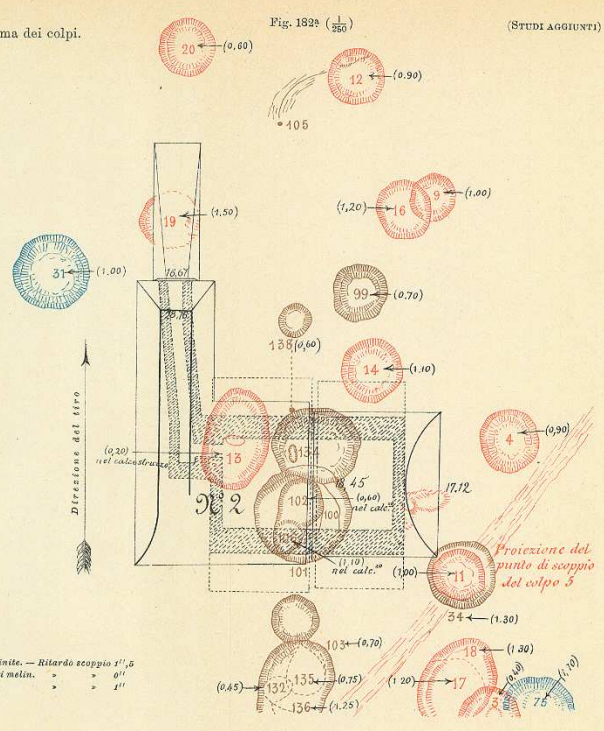
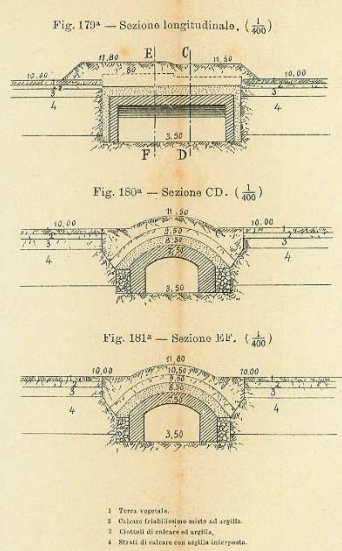


Laboratorio foto-topografico del Ministero della Guerra

Tav. 1.

Tipo di casamatta N. 2 e diagramma dei colpi.

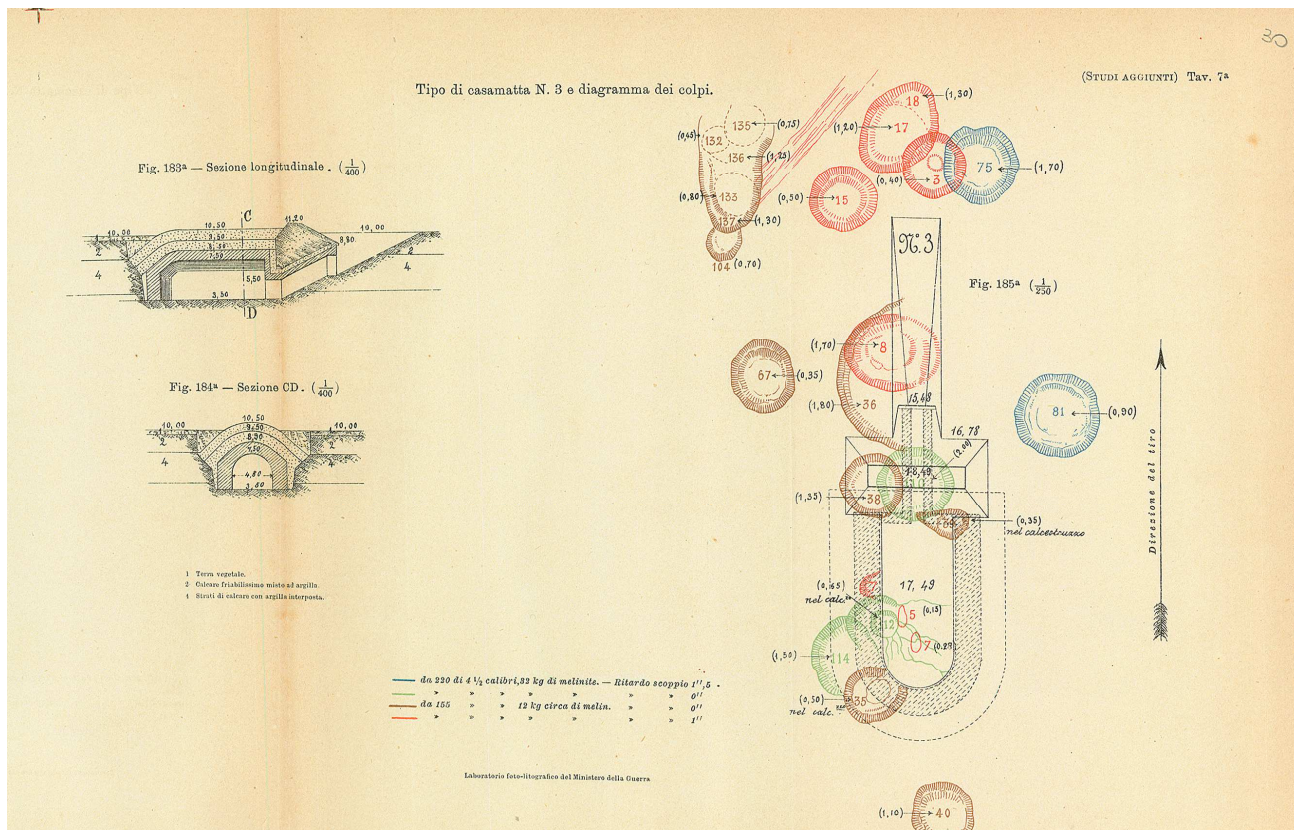
Fig. 182^a. ($\frac{1}{250}$)



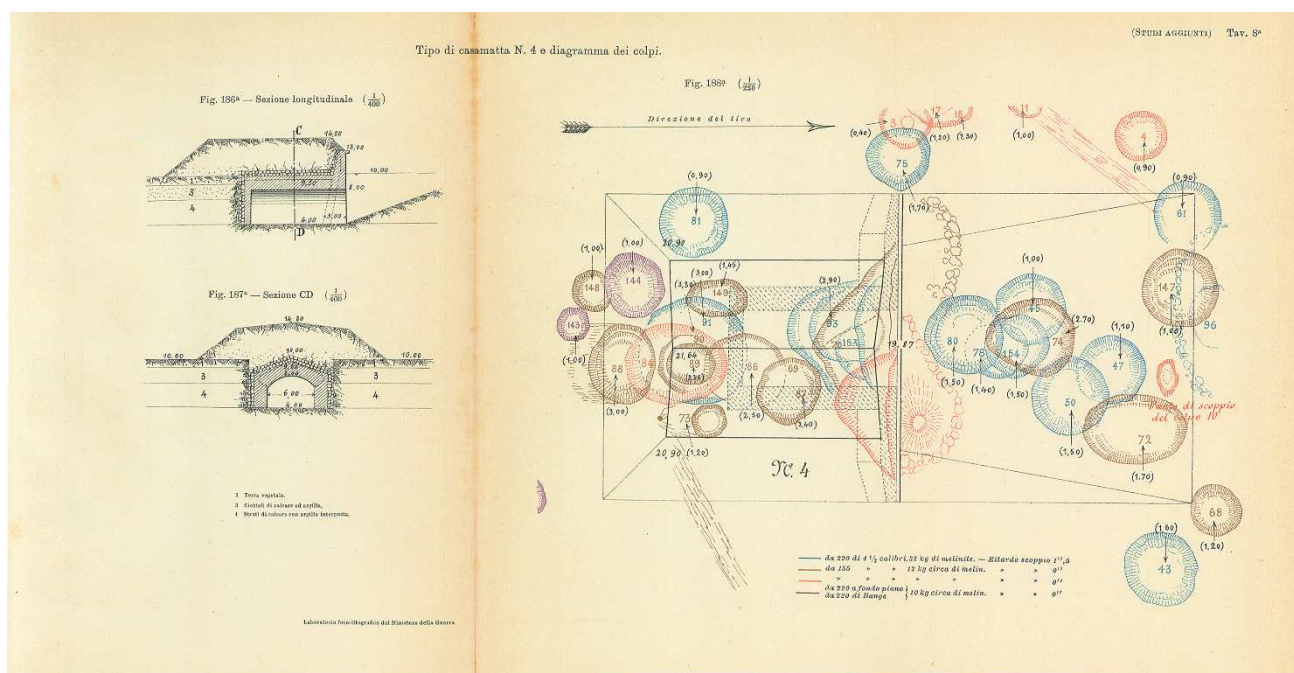
— da 220 di 4 1/2 calibri, 22 kg di melinite. — Ritardo scoppio 1" 5
— da 155 " " " 12 kg circa di melin. " " 0" 11
— " " " " " " " " " " " " 1" 11

Laboratorio foto-topografico del Ministero della Guerra

Tav. 2.



Tav. 3.



Tav. 4.

Esperienze di Brasschaet (1888) – Eseguite per determinare lo spessore da dare alle volte dei locali alla prova dei forti della Mosa, possono essere così riassunte:

Proiettile adoperato	Manufatto scelto per la prova	Risultato
Granata-torpedine da mm. 280, con carica interna di Kg 60 di dinamite.	Volta a tutto sesto di calcestruzzo cementizio al quarto di m. 5,50 di corda, spessa m 2,50, estradossata parallelamente	La volta resisterebbe bene all'azione successiva di 5 proietti che scoppiarono in prossimità di uno stesso punto.
Idem	Volta a sesto ribassato di m 5,50 di corda, di calcestruzzo cementizio, spessa m 1,00 in chiave, estradossata parallelamente, con sovrapposto uno strato di sabbia spesso m 1,00 e successivo strato di calcestruzzo spesso m 1,50	Non resistette all'azione della granata torpedine

Esperienze di Schoorl (Olanda, 1892) – In questa esperienza il tiro arcato viene eseguito con il mortaio d'acciaio rigato da cm 21 e lungo 7 calibri, del Krupp; mentre il tiro di lancio con il cannone da cm 15,5, sempre di acciaio rigato, lungo 24 calibri, della stessa Casa. I proiettili lanciati sono complessivamente 172, dei quali:

- 16 granate-torpedini di acciaio da 21 cm (lunghe 5 calibri ad ogiva avviata, pesanti fino a 158 kg, con carica interna di kr 23,6 di bellite⁶;
- 74 granate identiche alle precedenti, ma con carica interna pari a 21 kg di fulmicotone;
- 50 granate ordinarie di cm 15,5, lunghe 2,8 calibri e pesanti 32,6 kg, con carica interna di 1,7 kg di polvere nera;
- 32 palle perforanti di acciaio o di ferro, del peso di 38,7 kg.

Il tiro con il mortaio da 21, eseguito a una distanza di m. 3485, con angoli di proiezione di 49°, 50' e di 59°, ha prodotto una forza viva al punto di percossa – pari alla velocità residua di m. 1,90 – di 285 dinamodi. Gli angoli di caduta sono compresi tra 52°,65' e 60°,40'. Per quel che riguarda le spolette, alcune sono a effetto istantaneo, altre ritardatrici.

Il tiro con il cannone da 15,5, eseguito a una distanza di m. 500 dai bersagli, ha prodotto una forza viva al punto di percossa – pari alla velocità residua di m. 410 per le granate ordinarie – di 285 dinamodi, e quella invece corrispondente alla velocità residua di m. 390 per le palle perforanti fu di 308 dinamodi.

Il risultato, non rivelandosi ottimale, ha determinato a scelta di posizionare, in alcuni dei bersagli, delle granate-torpedine e granate ordinarie, grazie alle quali si è ottenuta l'esplosione con inneschi elettrici.

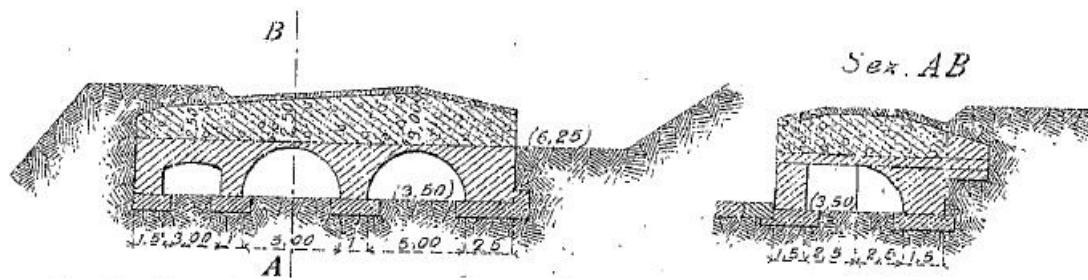
Ecco un cenno sommario di queste esperienze:

Descrizione dei bersagli e risultati

- a) In prima istanza si ricorda un gruppo di tre ricoveri casamattati di pianta rettangolare, coperti da volte cilindriche affiancate (delle quali due di 5 metri di corda, a tutto sesto, una di 3 metri di corda, con monta di poco più di mezzo metro). La superficie d'estradosso viene sistemata in modo da facilitare lo scivolamento dei proiettili e tutto il bersaglio risulta costruito con

⁴ *Bellite* : inventata nel 1886 da Lamn, è formata con nitro-benzene e nitrato d'ammonio; dalle esperienze è risultato che possiede l'energia della dinamite, senza però averne gli inconvenienti. (V. Salvati, *Dizionario di polveri ed esplosivi*).

calcestruzzo a base di trass⁷ per le fondazioni; di cemento e mattoni per le parti sottostanti ad un piano passante a 0,25 metri sopra l'intradosso delle volte; di cemento e pietrisco di granito per le parti superiori al piano citato poco prima. Le proporzioni in volume dei componenti di quest'ultimo calcestruzzo esposto all'azione diretta dei proiettili sono: 1 di cemento, 1 di sabbia, 3 di ghiaia silicea o pietrisco di granito o di basalto. Lo spessore delle volte è di 3 metri per i ricoveri di destra e di due metri e mezzo per quelli centrali e di sinistra.

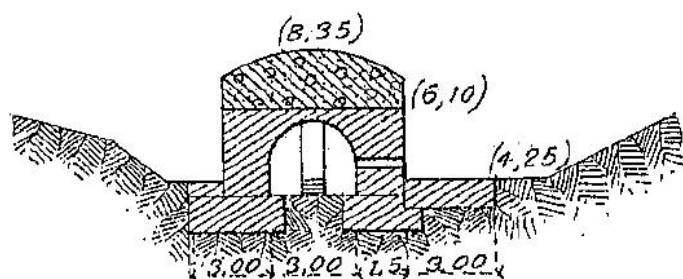


Il calcestruzzo della volta centrale viene gettato su un'armilla di lamiera di ferro spessa 10 mm circa e di forma identica all'intradosso, lasciata in opera a lavoro ultimato. Per quel che riguarda il muro interno dei locali, la soluzione è stata quella di rivestirlo, dalla parte del tiro, con uno strato di rottami e di mattoni grosso due metri, o all'occorrenza di calcestruzzo di mattoni di cemento. Calcestruzzo che ha subito, in seguito all'impatto di quattro granate-torpedini da 21 cm con carica interna di fulmicotone, diverse fratture a imbuto di profondità inferiore agli 0,48 m. Nella parte dell'intradosso, non munita di armilla di ferro, si sono riscontrate alcune lesioni di poca entità.

Dopo una serie di tiri eseguiti con il cannone da 15,5 cm, con granate ordinarie che hanno colpito quasi tutte il rivestimento di rottami nello stesso punto, se ne ottiene il frammento, mettendo allo scoperto il muro di fondo; altre granate, invece, pur colpendo la massa di rottami, non hanno prodotto danni nello stesso muro precedentemente citato.

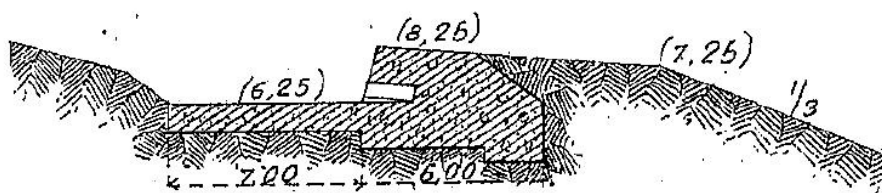
- b) La seconda descrizione riguarda una caponiera o riservetta di pianta rettangolare 3x4, coperta da volta cilindrica a tutto sesto spessa due metri e mezzo (costruita con calcestruzzo gittato su un'armilla), con il muro di testa posto dalla parte del tiro di spessore pari a 1,20 m e quello opposto di 0,80 m.

⁷ *Trass* – *Trassonite*: tufo bianco pomiceo che deriva dalla decomposizione delle ceneri trachitiche o fonolitiche ed utilizzato come la pozzolana.



Il bersaglio viene sottoposto al tiro del mortaio, ma, dopo un certo numero di colpi, di cui solo uno riesce ad andare a segno sulla volta, si decide di collocarli direttamente nella struttura e di farli esplodere con inneschi elettrici. Successivamente, nello stesso punto dell'estradosso della volta vengono fatte scoppiare dieci granate-torpedini da 21 cm, delle quali 8 con carica interna di fulmicotone e due di bellite. Come conseguenza del primo proiettile si crea un imbuto profondo 0,30 m, che poi è aumentato a 0,41 m dopo il secondo proiettile; inoltre si riscontrano altre quattro lesioni di scarsa entità che però riescono a dividere la volta in altrettante quattro parti; dopo il decimo scoppio l'imbuto ha raggiunto la profondità di 1,55 m con conseguente rovesciamento di una delle volte già compromessa. Mentre l'armilla di ferro riporta danni lievissimi, così che il locale si è poi ritenuto abitabile fino all'ultimo momento.

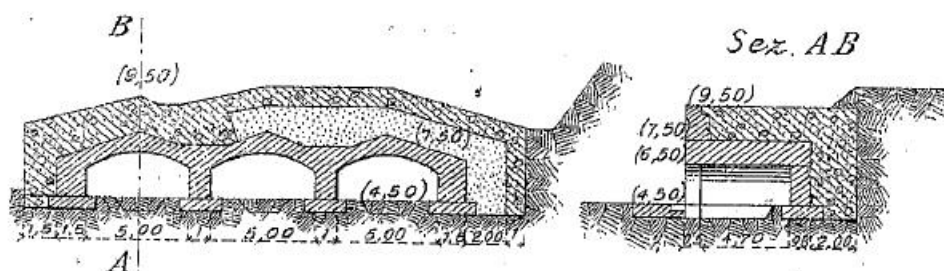
- c) Il terzo bersaglio descritto rappresenta un parapetto con linea di fuoco lunga 10 m., normale alla direzione del tiro e costruito con calcestruzzo di cemento e pietrisco di granito dello spessore di 0,60 m, e di sabbia delle dune spesse quattro metri. Il terrapieno retrostante viene rivestito con uno strato di calcestruzzo che va da mezzo metro a un metro.



Dopo il tiro di una granata-torpedine da 21 carica di fulmicotone e lanciata dal mortaio, nel calcestruzzo del parapetto si è riscontrato un imbuto profondo 0,28 m; successivamente vengono fatte scoppiare altre granate identiche alla precedente con conseguente formazione di

imbuti profondi da 0,12 a 0,20 m. Inoltre il bersaglio è stato anche sottoposto al tiro di lancio con granate perforanti da 15,5 e, malgrado il cospicuo numero di proiettili, il parapetto risulta ancora idoneo a proteggere il terrapieno retrostante, ma non occupabile per via del grande numero di schegge di calcestruzzo distaccate dall'urto dei proiettili.

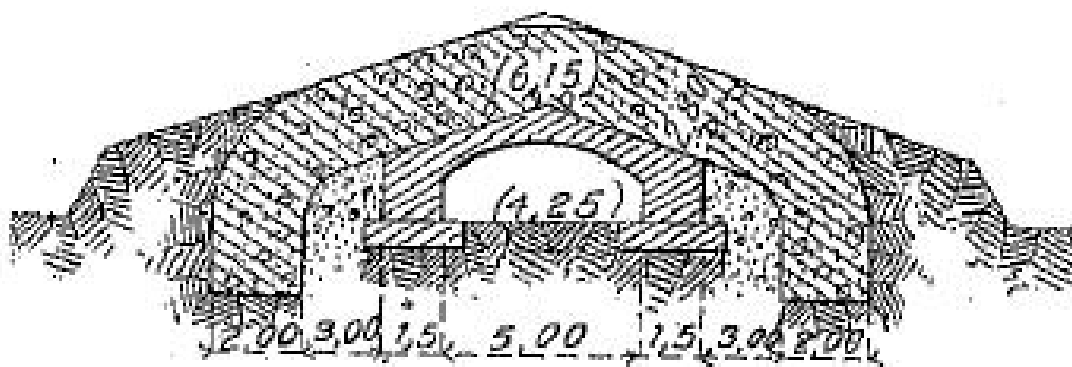
- d) Il seguente è un gruppo di tre locali alla prova, di pianta rettangolare e con il lato più lungo parallelo alla direzione del tiro, coperti da volte cilindriche di 5 m di corda a sesto scemo, estradossate a cappa. Le murature vengono costruite con mattoni e malta di calce e trass; le volte, di grossezza pari a 0,80m, i piedritti anteriori di un metro, gli estremi di un metro e mezzo e il muro di fondo esposto al tiro di 0,8 m. Sopra le volte è stato applicato uno strato di calcestruzzo grosso da 1,75 a 1,25 m (in parte direttamente, in parte con l'introspezione di uno strato di sabbia da 1,25 a 1,5 m), anziché il solito strato di terra o sabbia grosso 2 ÷ 4 m. generalmente usato nei ricoveri delle vecchie opere.



Il muro di fondo viene rinforzato in parte con una gittata di calcestruzzo di mattoni e malta di cemento, spessa due metri, in parte con una gittata simile, spessa un metro, e inframmezzata da uno strato di sabbia dello stesso spessore.

A colpire il suddetto bersaglio è una granata-torpedine con carica interna di bellite lanciata dal mortaio da 21, che produce, nel calcestruzzo della volta, un imbuto profondo 0,19 m., insieme ad alcune fenditure sia nella volta che nel muro di fondo corrispondente. Successivamente, un'altra granata-torpedine produce, nel calcestruzzo inframmezzato con sabbia, un imbuto profondo 0,45 m., mentre nella volta si riscontrano lesioni simili alle precedenti.

Un tiro di lancio a palla perforante viene poi eseguito con il cannone da 15,5, diretto sul muro di fondo dove, la parte rafforzata con la gittata di calcestruzzo di 2 m si perfora solo dopo il decimo colpo; mentre sono bastati solo tre colpi per forare il rivestimento grosso un metro e applicato sullo strato di sabbia.



- e) Questo è un ricovero di pianta rettangolare, largo 4,6 m. e lungo 5; coperto da volta a sesto scemo spessa 0,70 m, estradossata a cappa su piedritti alti quasi mezzo metro dal pavimento. Il muro di fondo posto dalla parte del tiro è spesso 0,80 m, mentre quello di rovescio è venti centimetri in meno. Le murature risultano identiche a quelle del precedente bersaglio descritto. La volta viene rivestita da una colata di calcestruzzo di cemento grosso 1,1 m, foggiate superiormente a sdrucchiolo e protratto lateralmente, e dalla parte del tiro, in modo da proteggere i piedritti della volta e il muro di fondo.

I colpi assegnati a questo bersaglio sono stati sei granate-torpedini da 21, cariche di fulmicotone, scoppiate sul manto di calcestruzzo producendo degli imbuto – tre dei quali compenetrati – della profondità di 0,41 m; mentre sull'intradosso della volta si produce una piccola fessura, senza però provocare distaccamenti di muratura. Fatte poi scoppiare altre sei granate-torpedini, sempre da 21 cm e collocate a mano sul centro del manto, nonché intasate con i detriti di calcestruzzo per 0,4 m, si è prodotto un imbuto che alla sesta esplosione raggiunge la profondità di 0,80 m. Anche nell'intradosso della volta si alcune fenditure, dalle quali dopo il quarto colpo, cominciano a distaccarsi piccoli frammenti di calcestruzzo.

In seguito, sul fondo dell'imbuto vengono collocate orizzontalmente tre granate da 15,5, lunghe 4,6 calibri, con carica interna pari a 4 o 5 kg di fulmicotone o di bellite e, dopo averle intasate con rottami, si sono state fatte esplodere contemporaneamente; così la profondità dell'imbuto raggiunge 1,11 m e nuovi con conseguente distacco di frammenti dall'intradosso. Infine, vengono deposte altre cinque granate nell'imbuto, sempre intasate con rottami, da 15,5, lunghe 2,8 calibri e cariche da 2 a 3 kg di bellite oppure cariche di 1,5 kg di polvere. Solo due di queste sono esplose senza causare effetti visibili.

f) Masse di sabbia delle dune.

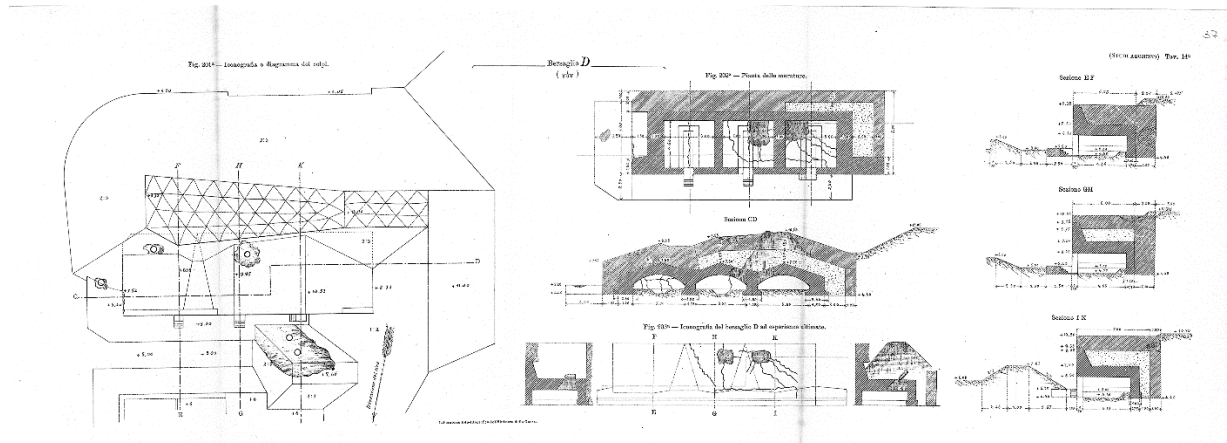
Quattro granate-torpedini vengono lanciate con il mortaio da 21; di queste tre hanno carica interna di fulmicotone e una di bellite. A seguire le misure degli imbuti prodotti dopo l'esplosione:

m. 5 x 6 x 1,25

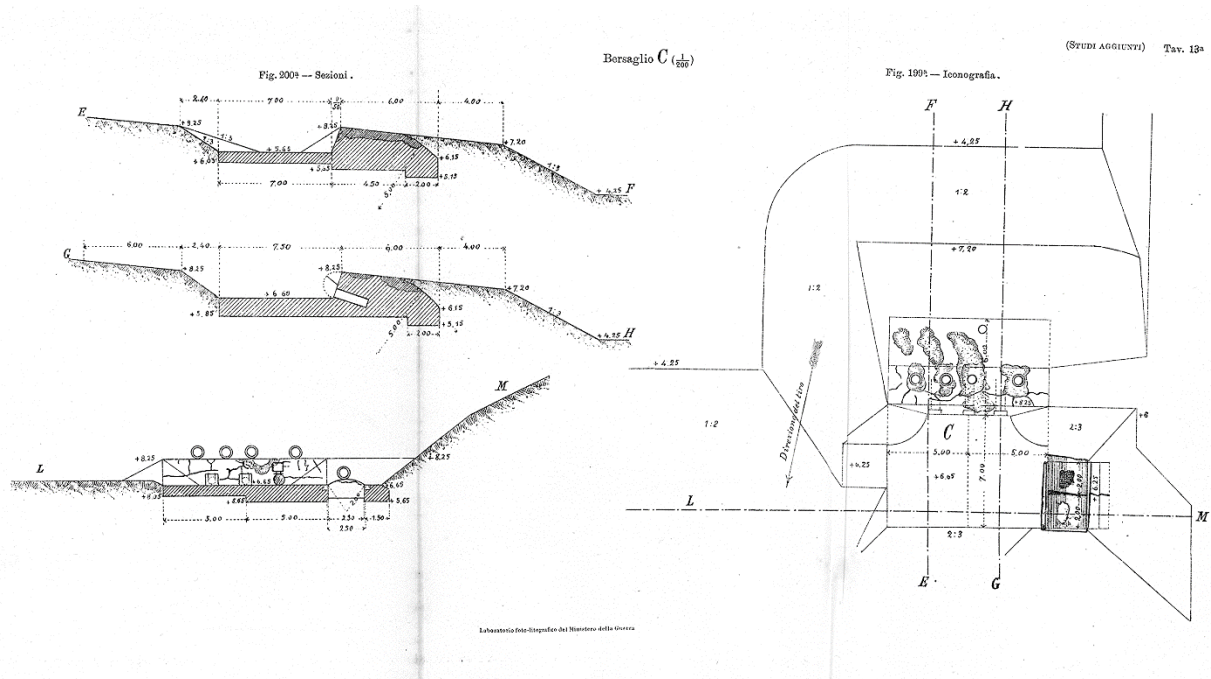
m. 5 x 5 x 1,80

m. 4 x 5 x 1,50

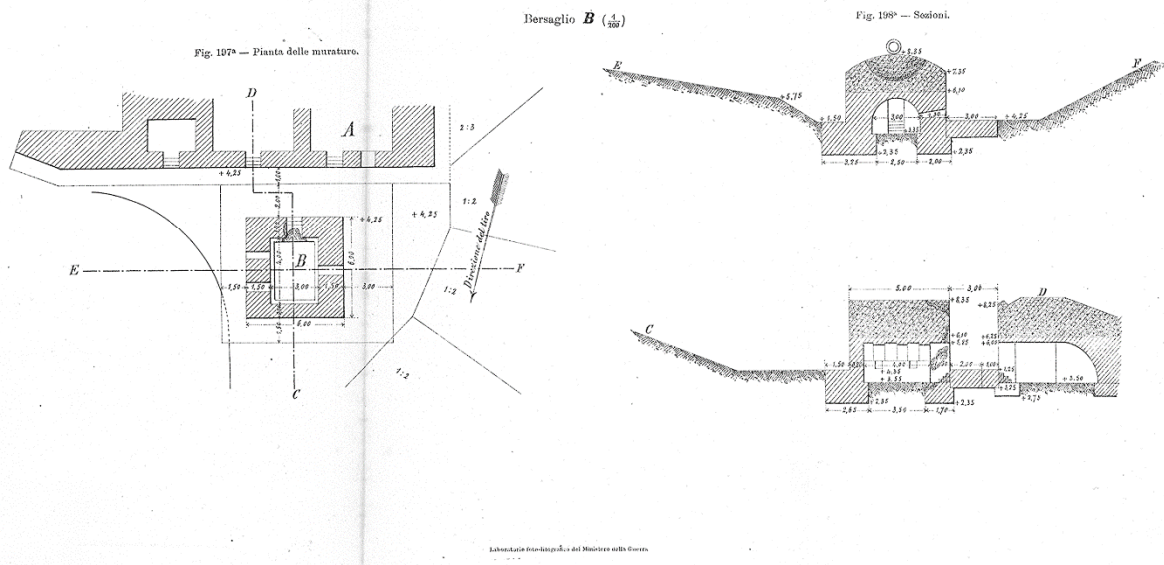
m. 4 x 5 x 1,25



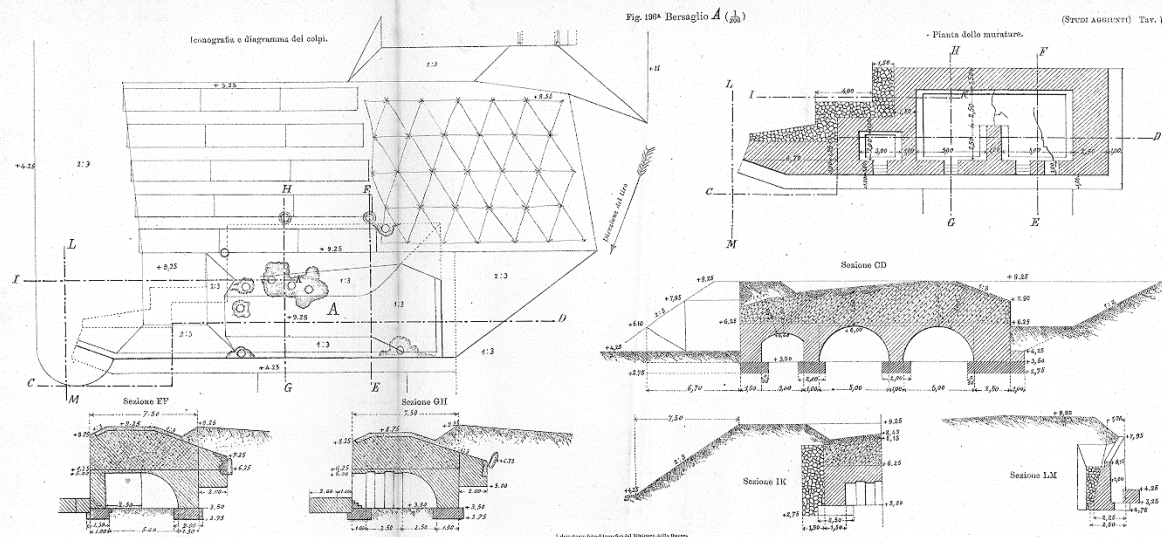
Tav. 7.



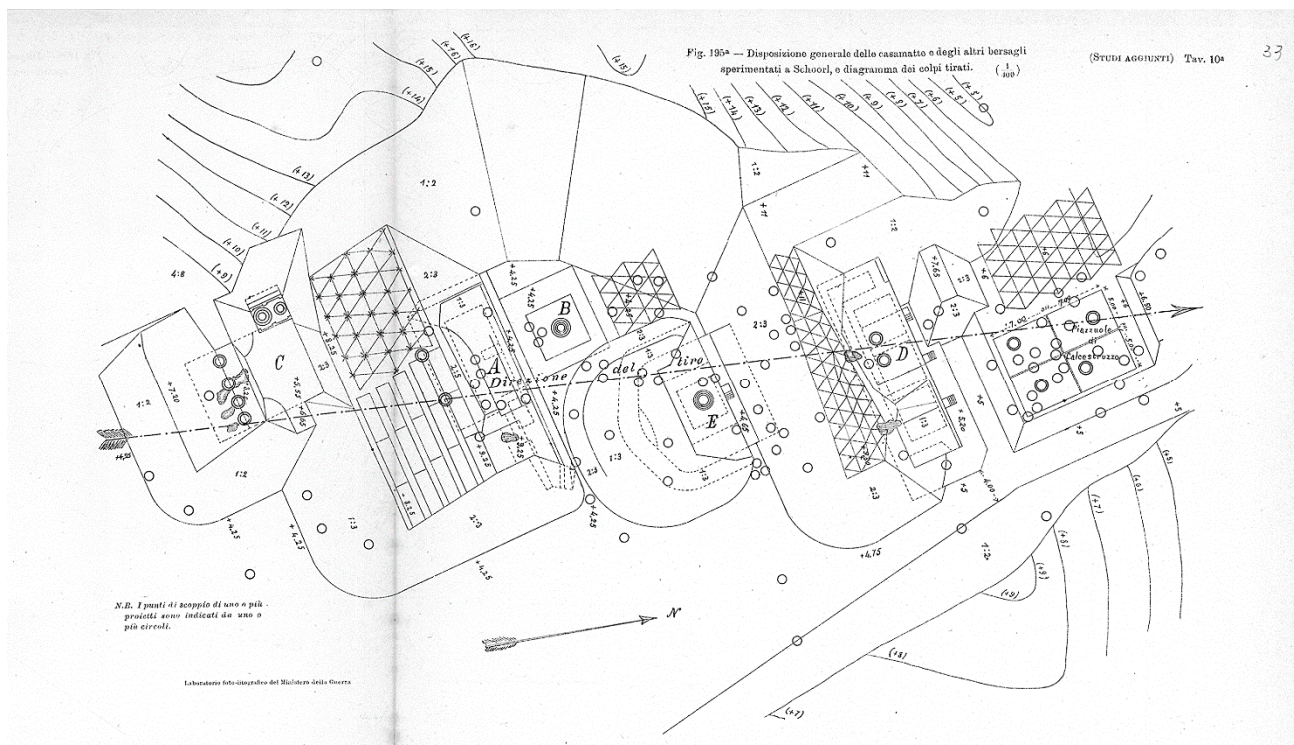
Tav. 8.



Tav. 9.



Tav. 10.



Tav. 11.

Esperienze eseguite in Austria-Ungheria

In questa occasione sono state adoperate le seguenti armi:

- mortaio d'assedio da 21 cm. di bronzo acciaiato, modello 1880;
- mortaio di ferro dello stesso calibro, modello 1873;
- cannone d'assedio da 15 cm. di bronzo acciaiato, modello 1880.

Con la prima di queste bocche da fuoco sono state lanciate granate-torpedini lunghe 5 calibri, del peso di 154 kg, con carica interna di 23,8 kg di ecrasite⁶; alcuni di questi proiettili vengono collocati a mano sulle volte e fatti scoppiare con inneschi elettrici.

Con il mortaio modello 1873 si lanciano granate da 21 perforanti modello 1878, con carica interna di 3,29 kg di polvere; con il cannone da 15 cm si lanciano granate di ghisa e di acciaio del peso di 31,9-38,7 kg, con carica interna di polvere. Il tiro con granate-torpedini viene eseguito a distanza di 2750 m., con angolo di proiezione di 60°; mentre l'angolo di caduta risulta di 61°,75' e la forza viva al punto di percossa di 250 dinamodi.

Il tiro a granata perforante viene eseguito a distanza di 4000 m, quello con il cannone da 15 a distanza di 2000 m.

I risultati possono essere così riassunti:

- a) Galleria larga 2 m, coperta da volta cilindrica a sesto ribassato, di muratura di pietrame e malta di cemento Portland, spessa 0,70 m, con cappa spessa 0,25 m e un manto di calcestruzzo di cemento al quarto grosso 1,05 m, la cui parte estrema (di mezzo metro) è formata con ghiaia molto dura e pietrisco di granito diGrasstein. Viene colpito da sette granate-torpedini, delle quali tre scoppiano in pieno sulla volta; dopo i primi due colpi si è creato un imbuto del diametro di 1,4-1,5 m, profondo da 0,20 a 0,28 m, mentre con lo scoppio della terza granata l'imbuto precedente arriva a 0,35 di spessore e 3 m di diametro. Inoltre, nell'interno della volta si riscontrano leggere fenditure.
- b) Ricovero casamattato lungo 4 m, coperto da volta cilindrica a sesto ribassato di mattoni e malta di cemento spessa 0,9 m, con cappa di pietrame e malta di cemento di 0,25 m. Sopra questa

⁶ *Ecrasite*: ottenuta con acido picrico, i suoi effetti di scoppio stanno a quelli della dinamite come 10 a 7 (V. Salvati, *Dizionario di polveri ed esplosivi*).

volta è stato applicato uno strato di sabbia di 1,25 m con sovrapposto strato di terra di un metro. Questo bersaglio viene colpito da otto granate-torpedini di cui sei cadute nello stesso imbuto, aperto nel calcestruzzo, nel quale viene poi fatta esplodere una settima granata posizionata a mano. L'imbuto così ottenuto risulta di 5 m di diametro e di 1,2 m di profondità. Lo strato di calcestruzzo viene interamente attraversato e nell'interno della volta si sono riscontrate alcune fenditure.

- c) Ricovero casamattato lungo come il precedente, coperto da volta di uguale configurazione e struttura, con uno strato sovrapposto di calcestruzzo cementizio grosso 0,45 m e lastricato di granito di 0,40 m sul letto di malta. La copertura ha uno spessore minimo di circa 2 m. Due granate-torpedini hanno raggiunto la copertura ed una di queste è scoppiata a diretto contatto; successivamente sono stati fatti esplodere altri due proiettili senza intasamento, collocati nello stesso punto, e nel granito sono stati registrati incavi del diametro di 0,10-0,65 m e 0,06-0,10 m di profondità. I conci del lastricato, invece, non hanno subito danni né spostamenti.
- d) Ricovero casamattato identico ai due precedenti, coperto da uguale volta, protetto da un manto di calcestruzzo cementizio grosso 0,79 m e da sovrapposte piastre di ferro della superficie di 2-2,5 m², ciascuna spessa 0,06, assicurate con viti al calcestruzzo sottostante. La copertura, complessivamente spessa 2 m, viene raggiunta da due sole granate-torpedine, producendo, nelle piastre metalliche, degli incavi del diametro di 0,15-0,17 m e profondi 0,002-0,003 m. successivamente sono stati fatti esplodere, senza intasamento, due proiettili disposti sulla copertura, incrementando così gli incavi precedentemente prodotti, che diventano lunghi da 0,85-1 m, larghi 0,35 m e profondi 0,004 m circa; ulteriori conseguenze: incurvamento delle piastre ed esplosione delle viti.
- e) Ricovero casamattato largo 4 m, con copertura costituita da travi di ferro a doppio, alti 0,35 m e disposti ad intervalli di 2 m, e da uno strato di calcestruzzo cementizio spesso 1,6 m. Lo spessore complessivo della copertura è 1,95 m. Dei colpi sparati, solo uno raggiunge la copertura; sicché, successivamente, nel punto già colpito vengono collocate due granate-torpedini esplose senza intasamento. L'imbuto prodotto dopo lo scoppio è di 1-1,4 m di diametro, 0,25 0,35 m di profondità; mentre l'interno della casamatta rimane illeso.
- f) Androne tubiforme rivestito internamente con lastre di ferro da 20 mm, con sovrapposto strato di calcestruzzo di cemento grosso 1,5 m disposto nei punti più deboli della copertura. Non

essendosi potuto colpire il bersaglio sulla copertura viene disposta una granata-torpedine la cui esplosione produce un imbuto di 0,6 m di diametro, 0,20 di profondità; non nell'interno sono stati registrati guasti.

- g) Ricovero casamattato coperto da volta cilindrica sesto ribassato (5,05 m di corda), costituito da conci di pietra tufo grossi 0,65 m, con sopostante strato di 0,6 m di muratura di pietrame e malta di calce comune, terminato con un battuto di calcestruzzo di 0,15 m. Lo spessore complessivo della volta in chiave è di 1,24 m.
- h) Questo bersaglio viene colpito da una granata-torpedine disposta liberamente sulla volta, con l'asse parallelo alle generatrici; dopo il colpo la copertura risulta completamente sfondata con un'apertura lunga 1,15 m (secondo le generatrici) e larga 0,8 m; si riscontrano inoltre altre leggere fenditure.
- i) Ricovero casamattato largo circa 5,70 m, coperto da volte a cilindrica a tutto sesto, costituita da muro di pietra dello spessore di 0,8 m, con sovrastante strato di muratura di pietra e malta di calce comune, terminato con battuto di calcestruzzo cementizio di 0,16 m. Dopo l'esplosione di una granata-torpedine, disposta come nel caso precedente, e dopo aver sgombrato l'imbuto, la volta si è trovata sfondata. I due imbuti, interno ed esterno, raccordati da una strozzatura di 0,20 m, e presentano un'apertura di 2,8 m con diametro di 1,8. Nell'intradosso della volta si ravvisano, inoltre, numerose fenditure.
- j) Ricovero casamattato coperto da volta cilindrica a sesto ribassato (arco di 134°), di struttura laterizia, spessa 0,95 m, con cappa di 0,17 e sovrapposto strato di calcestruzzo al quarto di 0,88 m. Lo spessore totale della volta in chiave è di 2 m. Qui viene fatta esplodere una granata-torpedine collocata liberamente sulla volta, in corrispondenza della chiave, che produce fenditure e distacchi di pezzi di mattoni dell'intradosso senza però intaccare la volta.
- k) l) Parapetto di calcestruzzo con la parete esposta al tiro inclinata di 40° , spesso 1 m, lungo e alto 3 m. Il calcestruzzo è composto di una parte di cemento, due di sabbia fluviale, una di ghiaia Riesel, quattro di pietrisco di granito. Viene colpito circa un anno dopo rispetto alla costruzione: un primo colpo con granata di ghisa lanciata dal cannone da 15 cm, a 2000 m, produce nel calcestruzzo un imbuto lungo 0,88 m, largo 0,68 m e profondo 0,12. Successivamente, altri quattro colpi, eseguiti nelle stesse condizioni, ma con granate di acciaio

non munite di spoletta, hanno portato l'imbuto alla lunghezza di 2,2 m, larghezza di 2 m e profondità di 0,46 m. Dopo il terzo di questi colpi, si riscontrano due fenditure, una orizzontale e l'altra verticale, in tutta la massa cementizia. La forza viva al punto di percossa di queste granate d'acciaio è di 190 di dinamodi.

Conclusioni

Penetrazione assoluta della granata-torpedine da 21 nelle terre:

Nella terra argillosa 7 m

nella terra sabbiosa 4 m

nella ghiaia sciolta 3 m

nella ghiaia compatta 2 m

Penetrazioni assoluta della palla perforante da 21 nelle terre:

Nella terra argillosa grassa 3,75 m

nel terriccio misto a sabbia 2,5 m

nella ghiaia unita a terriccio 1,87 m

Le esperienze di tiro contro i manufatti di calcestruzzo sono state di due ordini, il primo relativo al possibile consolidamento di opere esistenti, il secondo riguardante le nuove costruzioni.

Al riguardo è interessante notare le soluzioni presentate da Brialmont per entrambi i casi: innanzitutto ha distinto le parti esposte direttamente al tiro (come anelli di copertura delle avancorazze nelle torri girevoli e volte protette da uno strato di terra sabbiosa minore di 6 m o di terra argillosa, minore di 8-9 m) e le parti non esposte, come piedritti, muri di sostegno, muri d'ala, ecc. Per le prime ha indicato un calcestruzzo cosiddetto al quarto, formato da un volume di cemento, 1 ½ volume di sabbia e quattro parti di ghiaia silicea. Per le altre parti un calcestruzzo meno consistente, formato di un volume di cemento, tre di sabbia e sette di ghiaia. Esperto conoscitore degli esplosivi, Brialmont sostiene per

mettere le volte di calcestruzzo alla prova delle granata-mina sia sufficiente uno spessore di 2,50-3,00 m e giunge a fissare le seguenti norme⁹:

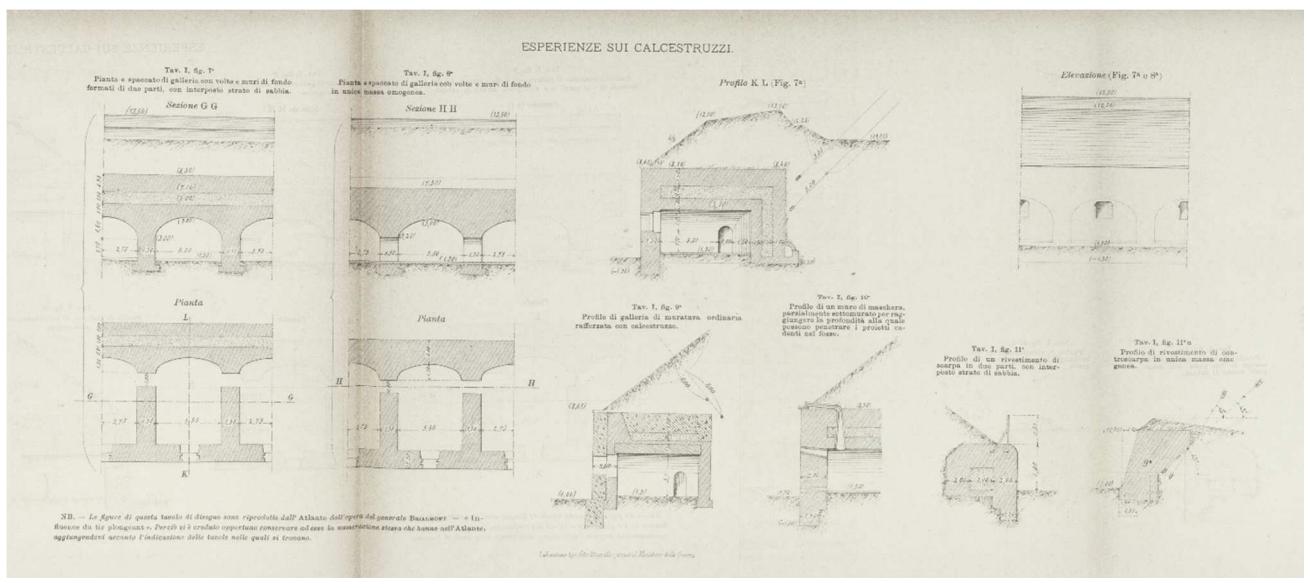
- preferire le volte a tutto sesto o policentriche a quelle a frazione d'arco di cerchio;
- stabilire che le volte della portata di 3,50 a 5, 00 m abbiano lo spessore di 1,00 m in chiave, siano estradossate di livello, siano quindi coperte di uno strato di sabbia asciutta alto 1 m, a sua volta ricoperto da un masso di calcestruzzo di 1,50 m di spessore;
- stabilire che le volte della portata di 5,50 a 7,50 m siano coperte nello stesso modo, ma abbiano lo spessore di 1,50 m alla chiave;
- stabilire che le volte delle poterne e delle gallerie di circolazione, della portata di 1,20 a 2,50 m, abbiano una struttura analoga con queste varianti: spessore in chiave da 0,50 a 0,80; strato di sabbia di 0,80 m di spessore con un masso sovrastante in calcestruzzo di 1,20-1,40 m di spessore;
- conservare le dimensioni consuete se le volte delle poterne e delle gallerie sono protette da uno strato di 6 m di sabbia e di 8-9 m di terra forte, purché siano fatte di calcestruzzo.
- sopprimere lo strato di sabbia, laddove sia comprovata la sua inutilità, dando poi alle volte uno spessore uguale alla somma dei due strati di calcestruzzo suindicati. Il loro spessore varierà quindi da 1,70 a 3 m in chiave;
- stabilire forme speciali per i muri di fondo dei locali voltati, intese ad aumentare la resistenza;
- aumentare le dimensioni dei muri di fondo nel caso in cui sulle volte vi sia poca terra, come avviene per le gallerie di controscarpa nei fossati più profondi;
- rafforzare le volte esistenti togliendo la terra che le copre e distendendovi sopra uno strato di sabbia fino a 80 cm di altezza sull'estradosso in chiave; successivamente gettare sullo strato di sabbia un masso di calcestruzzo dello spessore di 1,50 m. Ove poi le condizioni locali non permettano di portare lo spessore complessivo delle volte a 2,50 m o 3 m, sarà necessario accontentarsi di consolidare le volte esistenti con lamiera d'acciaio, sorrette da centine di ferro a doppio T;
- rinforzare le gallerie di scarpa tramite l'ispessimento dei muri di maschera fino a 2 m attraverso l'applicazione di una fodera esterna formata con il migliore calcestruzzo, o addirittura la loro completa demolizione e ricostruzione in calcestruzzo di 2 m di spessore.

Ulteriore consiglio è di sottomurare le fondazioni dei muri fino a raggiungere la profondità (1,80-4,00 m) a cui possono arrivare le granate cadenti nel fosso;

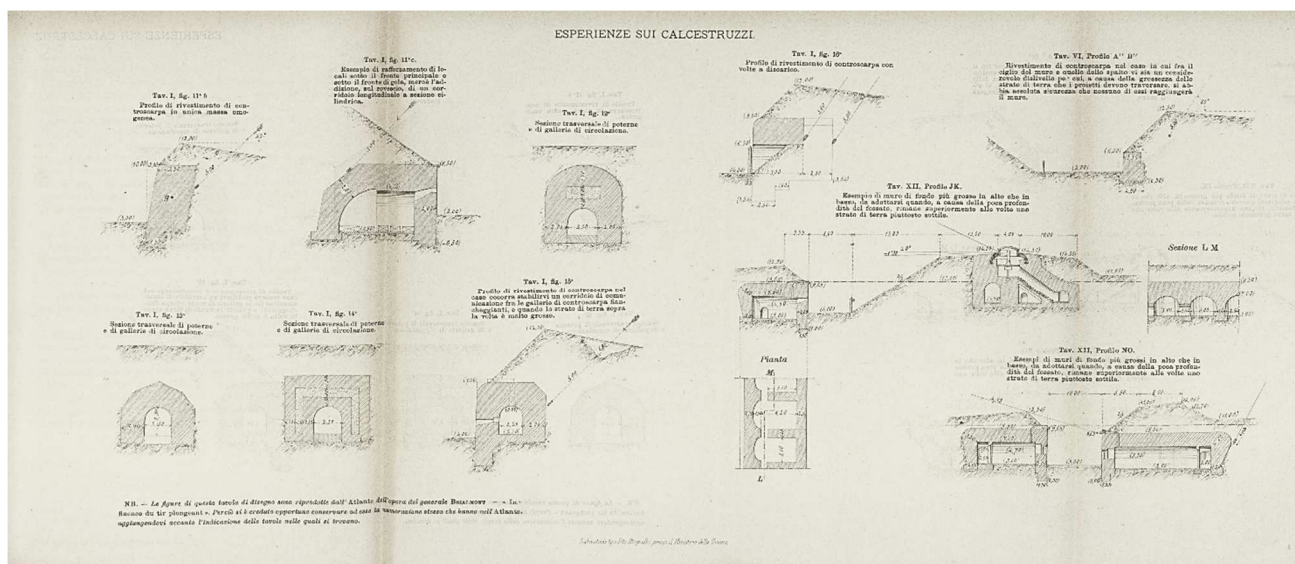
- portare le fondazioni oltre il limite della profondità a cui possono arrivare le granate; il loro spessore non potrebbe essere inferiore a 2 metri.

⁹ H. A. Brialmont, *L'influence du tir plonge....*p. 369 H.A. Brialmont, *L'atlante....*; F. Lo Forte, Rag 1888 vol. IV, pp. 222 – 225.

- organizzare i muri di scarpa affinché abbiano il profilo della fig. 11 della tav. 1, dalla quale si evince che il loro spessore complessivo è di 6 metri e che, per economia, sarebbero formati da due parti comprendenti un masso di sabbia pigiata; infatti, nonostante la possibilità di far breccia anche con grandi angoli di caduta e la necessità di dare ai fossati una larghezza tale da rendere impossibile attraversarli su ponti volanti, obblighino in massima a rinunciare ai muri di scarpa, questi per Brialmont sono da preservare perché indispensabili in date circostanze;
- assegnare 2 m di spessore ai muri di “maschera” delle gallerie di scarpa, quando risultino defilati ai 2/5;
- organizzare i rivestimenti di controscarpa il profilo della fig. 11 (tav. 12), quello della fig. 16 (Tav. 12), e quello A” e B” (Tav. 13).



Tav. 12.



Tav. 13.

2.2.0. ESPERIMENTI DI TIRO CONTRO INSTALLAZIONI CORAZZATE

Il testo sotto riportato è una sintesi dei risultati degli esperimenti di tiro che hanno coinvolto torri di diversa grandezza e che sono stati condotti nello stabilimento Skoda, pubblicati nel secondo volume della Rivista di Artiglieria e Genio del 1910¹⁰.

Questo argomento, per quanto importante, è sempre stato trattato con molta riservatezza, ma viene trattato in modo esauriente in questo articolo: trattasi di esperimenti che l'Austria ha usato per migliorare le installazioni delle proprie piazzeforti (di solito dotate di una sola bocca di fuoco).

Il materiale più comune per queste è l'acciaio dolce al litio, per la sua omogeneità, poiché i colpi non lo scheggiano. Nel composto si trovano anche manganese, silicio e alluminio.

Tiro contro una installazione corazzata per mortaio da 15 cm

Il diametro interno della cupola (fig. 1) misura 1480 mm, la sua corazza 140 mm e pesa complessivamente 4600 kg; la struttura è stata attaccata con sei granate da 21 cm per 94 kg di peso, con carica di scoppio di 0,9 kg di ecrasite, forza viva d'urto di tiro di 3000 m. Sono stati lanciati tre colpi sulla base e tre sulla cima, che hanno formato solchi di 100-120 mm di larghezza e 50-100 mm di profondità. Sulla cima si sono formate anche piccole fenditure capillari, solo sul contorno dei solchi. Sulla cupola sono state sparate anche sei palle perforanti di acciaio temperato da 15 cm e pesanti 38,75 kg, con carica di scoppio di 0,75 kg e velocità residua di 375 m, che corrisponde a 1500 m di distanza, ovvero 280 dinamodi di forza d'urto.

Sono qui caduti anche quattro proiettili causando dei solchi di 260-450 mm di lunghezza, 150-200 mm di larghezza e 20-70 mm di profondità. Il terzo ha formato due fenditure incrociate nella parte interna della cupola, a causa del quarto se n'è poi formata una terza.

La cannoniera non è stata più fortunata. I due proiettili restanti hanno fatto sì che si formassero tre fenditure: una interna e corta e due lunghe e esterne, tutte estese in modo capillare, dalla cannoniera ai già citati solchi.

E' stato stabilito, dopo un esame particolareggiato, che le fenditure si sono prodotte in modo superficiale.

La forza viva di urto complessiva è stata di 2760 dinamodi e non ha riportato gravi danni.

¹⁰ *Esperimenti di tiro contro installazioni corazzate*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1910, pp. 491-498.

L'esperimento non ha fornito prove riguardo l'integrità dei meccanismi interni, doveva solo verificare quanto la cupola fosse resistente.

Tiro contro una installazione corazzata per cannone da 9 cm

La cupola misura 1680 mm di diametro interno, 110 mm di grossezza alla sommità e 310 mm alla periferia (figg. 2, 3). Pesa 14000 kg, anche per la bocca da fuoco che contiene.

La prima fase del tiro avviene con una granata perforante di 12 cm, 20,2 kg di peso, 0,240 kg di carica di scoppio. Dieci colpi in totale, velocità residua di 348 m e forza viva d'urto di 123,6 dinamodi; la cupola si gira dopo ogni colpo per far coincidere la direttrice del tiro con il suo stesso meridiano. Quindi i colpi hanno causato solchi di 150-200 mm di lunghezza, 70-100 mm di larghezza e 15-30 mm di profondità. In seguito si tirano proiettili perforanti a testa ogivale da 15 mm, a testa smussata con e senza cappuccio di legno. Dati balistici:

Numero dei colpi	Specie dei proiettili perforanti — Testa	Peso del proiettile in kg	Velocità residua in metri, al secondo	Forza viva d'urto in dinamodi	Carica interna di scoppio in kg
5	Ogivale	38,75	344	224,2	0,75
3	Smussata	37,2	348	212	0,75
3	Smussata con cappuccio in legno	33,2	348	215	0,75

Risultati del tiro:

Numero del colpo	Distanza del punto di caduta del proietto in m		Specie del proietto	Angolo di caduta	Effetti sulla cupola (le dimensioni dei solchi sono)			Annotazioni
	Dal centro	Dal meridiano della cannoniera			Lunghezza	Larghezza	Profondità	
1	0,66	0,50 a sinistra	ogivale	27°.30'	260	120	29	Sull'orlo dei solchi si produsse un risalto dell'altezza di 6 mm.
2	0,66	0,50 a sinistra	smussato con cappuccio	27°.30'	270	150	35	
3	0,66	0,75 a sinistra	id.	27°.30'	280	125	48	
4	0,95	1,20 a sinistra	ogivale	37°.30'	280	140	38	
5	0,95	0,70 a destra	id.	37°.30'	250	140	38	
6	0,95	0,70 a destra	smussato	37°.30'	260	180	65	
7	0,95	0,95 a destra	id.	37°.30'	260	150	70	
8	0,66	0,70 a destra	ogivale	27°.30'	220	110	18	
9	0,38	0,45 a sinistra	smussato	17°.30'	380	180	70	

10	0,38	0,45	smussato	17°.30'	380	90	18	Rotti 3 denti delle ruote dentate del meccanismo di rotazione
11	1,2	0,40	con cappuccio ogivale	47°.0'	190	150	20	

Tiro contro una installazione corazzata per cannone a tiro rapido da 75 mm

La cupola ha un diametro interno di 1924 mm, grossezza di 145 mm al centro e di gran lunga superiore nella zona periferica, peso complessivo 13000 kg. L'esercitazione per lo sparo consisteva in venti granate d'acciaio di 15 cm, forza viva d'urto di 5140, 62 dinamodi.

Undici granate a testa ogivale hanno causato inizialmente sulla cupola dei solchi isolati e simmetrici alla cannoniera. Il peso complessivo della granata è 38,75 kg, la carica di scoppio 0,75 kg, la velocità residua 376 m al secondo e la forza viva d'urto 220 dinamodi; tutto ciò ha causato un angolo di caduta ed una velocità residua pari a 1000 m.

I solchi causati dai proiettili non presentano particolari differenze (fig. 5). Sono poi stati sparati tre proiettili a testa smussata di 37,7 kg, carica di scoppio 0,55 kg, che hanno causato solchi nettamente più grandi.

Ai lati della cannoniera colpiscono i proiettili numero 15 e 16. La bocca da fuoco, il funzionamento della cupola ed il meccanismo interno sono rimasti integri. C'è stato solo uno scuotimento della copertura, che non è comunque riuscito a spostare le quattro sagome dentro la cupola. Persino i gas degli scoppi non sono riusciti a penetrare, mantenendo così la ventilazione regolare.

Due proiettili sono stati sparati sulla parte opposta alla cannoniera, e gli altri sulla stessa cannoniera, non riuscendo comunque a fare seri danni.

Neanche la sovrapposizione di colpi in alcuni settori è riuscita a causare fenditure.

Questo esperimento ed il seguente sono stati effettuati quando nella torre erano presenti tutte le installazioni interne.

Tiro contro una installazione corazzata per obice da 15 cm

Questa cupola, le cui misure sono 2120 mm di diametro, 150 mm di grossezza centrale e 13810 kg di peso (fig 7), è stata colpita da 41 proiettili sparati da un cannone d'assedio da 15 cm. La velocità residua è di 376 m al secondo, l'angolo di caduta 1000 m, la forza viva d'urto misura complessivamente, cioè prendendo in considerazione tutti i proiettili, 11350 dinamodi.

I proiettili usati per i tredici colpi hanno colpito la parte opposta alla cannoniera hanno testa ogivale, pesano 39,75 kg e la loro carica di scoppio è pari a 0,75 kg di melinite. Ciascun settore è stato colpito da due o tre granate (fig. 8). Dei venti proiettili sparati vicino la cannoniera (fig. 9) dodici sono uguali ai precedenti, sette con testa smussata (peso 37,7 kg, carica di scoppio 2,66 kg di melinite) e per ultima una granata di 33 kg con carica di scoppio pari a quella di questi sette proiettili.

Le ultime otto granate di 37,7 kg con carica di scoppio di 0,75 kg servono ad esaminare l'influenza d'urto e degli scoppi delle granate sul meccanismo interno della cupola.

Nonostante la cupola fosse stata colpita completamente dai proiettili né l'installazione né la bocca da fuoco ne hanno risentito in funzionamento e resistenza.

In direzione del meridiano passante per la cannoniera della bocca da fuoco, nella metà opposta alla cannoniera stessa, sono caduti cinque proiettili in successione (fig. 8). Il solco formatosi misura circa 535 mm di lunghezza, 160 mm di larghezza e 1/3 della cupola di profondità, ma non ci sono fori né rigonfiamenti.

Tiro contro una torretta mobile corazzata, per osservatori

Questa cupola (fig.10) è costruita in acciaio composito, con grossezza nella parte superiore di 80 mm, lati rinforzati di 220 mm circa, diametro di 1800 mm e altezza 1000 mm.

Il tiro, effettuato da un cannone d'assedio da 15 cm, ha una velocità residua di 376 m ed un angolo di caduta di 1000 m. Le quindici granate sparate sono quattro a testa ogivale, peso di 38,75 kg, carica di scoppio di 0,75 kg; un'altra è a testa smussata con cappuccio di legno, carica di scoppio 0,55 kg. Hanno solo causato incavi non profondi e di forma ovale, il metallo è rimasto intatto.

Riassumendo i risultati di questi esperimenti: i proiettili a testa smussata hanno causato i solchi più gravi nel metallo, ma la torre non ha perso né in funzionamento né in tenuta; i proiettili ogivali di acciaio temperato hanno causato delle impronte piane con esportazioni di metallo in direzione della traiettoria ed occasionali fenditure capillari alla superficie della corazza.

La bocca da fuoco ed i meccanismi interni sono rimasti pressoché illesi o comunque facilmente riparabili, inoltre la rotazione della torre ed il puntamento della bocca da fuoco non hanno incontrato ostacoli fino alla fine del tiro.

Altri due esperimenti degni di nota:

a) Tiro contro parapetto corazzato (fig. 11): sedici granate uguali a quelle dei già citati esperimenti; quattordici proiettili ogivali con 248 m al secondo di velocità residua e forza viva d'urto di 224,2 dinamodi; due proiettili a testa smussata, forza di 212 dinamodi e forza viva d'urto complessiva di 3562 dinamodi. I primi hanno causato solchi di 130-430 mm di lunghezza e 30-54 mm di profondità; fenditure di circa 1,5 mm e rigonfiamenti sulla superficie interna del parapetto.

Nella parte più bombardata ci sono fenditure anche tra i solchi, in particolare vicino alla cannoniera. I bulloni rinforzanti sono invece stati compromessi ed il muro di rivestimento in granito è stato seriamente danneggiato; peggiori i guasti nella corazzatura e nel rivestimento causati dai proiettili smussati.

E' stata quindi confermata la vecchia regola, non è conveniente unire in un'unica massa il metallo e la pietra.

b) Penetrazione di una piastra corazzata: questa piastra misura 1,43 x 1,96 di superficie e 200 mm di grossezza, viene posta sui muri di calcestruzzo ed intervallata da delle travi in legno. Viene inoltre messa in una cornice di legno, rinforzata con angoli e rivestita da due lamiere di acciaio di 2 mm di grossezza.

Sono sparate quattro granate in ghisa da 21 mm con un carica di scoppio pari a 26 kg di dinamite ed altre tre da 21 cm (carica di 60 kg). I proiettili hanno generato gli scoppi su uno stesso punto della piastra. Il primo colpo deforma le viti; il secondo ne fa saltare alcune; il terzo causa un incavo di 1,5 mm con conseguente curvatura delle lamiere d'acciaio di 4 mm; il quinto ed il sesto ingrandiscono questo incavo; al settimo le fenditure si formano anche diagonalmente (60 mm di lunghezza). Sullo stesso punto della piastra viene quindi fatta scoppiare una carica pari a 284 kg di dinamite che non causa gravi guasti.

L'esperimento ha quindi dimostrato la maggiore resistenza del metallo rispetto a calcestruzzo e cemento quando sottoposti ad un'importante carica.

2.1.1. Il Cemento Portland

Protagonisti assoluti di uno sviluppo economico assolutamente eccezionale nel corso degli ultimi decenni del XIX secolo, sono il ferro e il cemento.

«In soli trent'anni, nel corso della seconda metà del XIX secolo, la produzione cementifera passa dal livello artigianale a quello industriale, innesca un dinamismo commerciale e realizza una concentrazione geografica senza precedenti»¹¹.

Nel 1850, in Inghilterra esistono solo quattro fabbriche di cemento (il celebre Portland, variante del procedimento Vicat scoperto da Aspdin nel 1824); in Germania le prime fabbriche di cemento Portland vengono stabilite a Stettino, Bonn, Lunenburg, Oppeln ecc., intorno al 1850: e la fabbricazione aumenta notevolmente grazie al fatto che le fabbriche tedesche si legano in un sodalizio denominato *Verein deutscher Portland Cement Fabrikanten*¹² che dà grande impulso agli studi scientifici e al perfezionamento delle tecniche di fabbricazione. In Francia la produzione industriale del cemento viene realizzata solo da Demarle à Boulogne-sur Mer¹³.

Ma bisogna attendere l'ultimo ventennio dell'Ottocento perché si entri nel vivo dello sviluppo della produzione europea.

Diverse sono le cause che in Italia hanno ritardato l'impianto e lo sviluppo dell'industria dei cementi: prima di tutto bisogna citare l'utilizzo dei cementi importati dall'estero che, per la lungaggine dei tempi di trasporto e della permanenza in "magazzino", in condizioni non appropriate di conservazione, vengono impiegati ormai "avariati" da operai di scarsa esperienza e quindi con risultati alquanto scadenti. Altre cause vanno ricercate nell'abbondanza, in Italia, di ottime pietre da costruzione naturali, rispetto alle disponibilità degli altri paesi, per la cui cosa alle strutture in calcestruzzo di cemento si sono preferite quelle murarie in pietrame; come pure nell'impiego delle ottime malte idrauliche ottenute con calce grassa e pozzolana.

Questo ha indubbiamente generato un notevole ritardo nella diffusione e nella pratica applicazione, e ha impedito che i costruttori acquistassero fiducia in questo materiale.

Tuttavia, a valle delle numerose applicazioni fatte all'estero anche in Italia, la prima produzione industriale inizia nel 1858 ad opera della Società Strade Ferrate dell'Alta Italia a Palazzolo sull'Oglio

¹¹ C. Simonnet, *Alle origini del cemento armato*, in «Rassegna», n. 49, marzo 1992, p. 8; si veda anche: L. Dubois, *Lafarge Coppée, 150 ans d'industrie*, Parigi 1988.

¹² G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, Manuali Hoepli, Milano 1903 (2^a ed.), p. 5.

¹³ Da *Fabrication du ciment Portland artificiel. Usine de Frangey*, in Turgan, *Les grandes usines. Revue périodique des arts industriels*, t. XVII, Parigi 1885.

(Lombardia), che nel 1872 si trasforma in Società Italiana dei Cementi e delle Calci Idrauliche di Bergamo e un anno dopo in Società Anonima Fabbrica di Calci e Cementi di Casale Monferrato¹⁴.

Ambedue queste Società che, al loro inizio hanno prodotto quasi esclusivamente calce idrauliche (la prima, calce macinata in sacchi; la seconda, calce in zolle come veniva ricavata dai forni), hanno attivamente dato il via allo studio dei cementi, in special modo del cemento a lenta presa di tipo Portland.

Tuttavia, bisognerà attendere il 1885 perché la produzione Casal Monferrato inizi ad essere apprezzata, contribuendo al largo sviluppo dei cementi in Italia¹⁵.

La produzione del cemento si è in seguito estesa anche in altre parti d'Italia, e molte fabbriche hanno via via acquistato un'importanza sempre maggiore.

Le due Società, la italiana di Bergamo e l'Anonima di Casalmongera, aumentano rapidamente i loro impianti e, così, la Società Bergamasca inizia ad impiantare i nuovi edifici di Ozzano Monferrato, di Vittorio Veneto e di Cividale e nel 1897 la Società Anonima di Casale Monferrato apre gli stabilimenti di Civitavecchia¹⁶ dapprima con la produzione di cemento naturale e poi successivamente con la fabbricazione del portland artificiale dalla quale lo Stato ha largamente attinto per la difesa terrestre e marittima¹⁷; un impianto simile viene poi installato anche a Venezia.

Di notevole importanza è la scelta della materia prima; per quanto nella fabbricazione del cemento artificiale il dosaggio è da farsi nelle dovute proporzioni di calcare argilloso ed argilla, o anche calcare puro e calcare argilloso.

La diversa natura dei calcari di cui le due regioni Bergamasco e Casale sono dotate ha notevolmente differenziato l'indirizzo delle ricerche istituite presso le due Società.

Nel Bergamasco si hanno imponenti masse di calcarei argillosi disposti a strati successivi di limitata potenza e di composizione variabile: da banco a banco, ma anche nello stesso banco, il contenuto in argilla varia notevolmente, e questo da un lato permette di avere prodotti differenti, dall'altro dà luogo a non poche difficoltà per mantenere costante il tipo dei prodotti stessi. La scelta del calcare dunque si fa difficile, mentre l'estrazione dai soli filoni aventi la composizione voluta per la produzione del Portland risulta economicamente quasi impossibile.

Per queste ragioni la Società, a partire dal 1877, inizia a produrre cemento artificiale.

¹⁴ G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, Manuali Hoepli, Milano 1903 (2^a ed.), p. 6.

¹⁵ A. Arlorio, *Cementi italiani*, Milano 1893, p. 265.

¹⁶ G. Vacchelli, *Sulle applicazioni delle costruzioni in calcestruzzo di getto ed in cemento armato. Relazione della speciale commissione nominata dalla Società degli Ingegneri ed Architetti Italiani in Roma*, in «Il Monitore Tecnico», 15, 1897, p. 116.

¹⁷ V. Mattei, *I Cementi Italiani. Sviluppo, Produzione, Esportazione*, in «Atti della Società degli Ingegneri», n. 2, aprile 1916, pp. 96-106.

Nel Casalese non varia di molto la formazione stratigrafica del calcare. Si hanno banchi di potenza considerevole, fino a 5-6 metri, separati da notevoli masse di argilla. Questi banchi hanno una composizione uniforme nel loro spessore e, una volta scelti quelli con la giusta percentuale di carbonato di calcio e argilla, il calcare estratto si può portare direttamente ai forni ottenendo il cemento Portland naturale¹⁸.

«I forni si perfezionano (il forno rotativo ad esempio, sviluppato negli Stati Uniti, aumenta considerevolmente la produttività), le manipolazioni anche (perfezionamento dei setacci, recupero dei cementi di *grappier*, metodi di insaccatura), i circuiti di distribuzione si organizzano (agenzie commerciali, pubblicità), anche la ricerca si sviluppa (i cementifici hanno al loro interno un laboratorio)»¹⁹.

Con una opportuna cernita del prodotto dei forni (perfettamente cotto, cotto, polvere, e cotto al giallo) si hanno le varie qualità di materiale e poi i cementi extra, di prima, seconda e terza qualità²⁰.

¹⁸ Tuttavia anche la Società Anonima Fabbrica di Calce e Cementi di Casale nel 1876 inizia a produrre cemento Portland.

¹⁹ C. Simonnet, *Alle origini del cemento armato*, in «Rassegna», n. 49, marzo 1992, p. 8.

²⁰ G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, Manuali Hoepli, Milano 1903 (2°ed.), p. 8.

2.1.2 Il Calcestruzzo di cemento e gli esperimenti in Europa

Il criterio pratico da seguirsi nello studio dei particolari tecnici e di ordinamento delle costruzioni fortificatorie è quello di metterle in grado di resistere contro i mezzi di distruzione impiegati dall'avversario. Ed essendo le bocche da fuoco il più attivo mezzo di distruzione, i forti devono innanzitutto resistere, non solo agli effetti delle mine, ma soprattutto dei proiettili, i cui disastrosi effetti vengono posti in evidenza da numerose esperienze eseguite all'estero²¹.

Dalle esperienze di Kummersdorf (Germania) risulta che un blocco di calcestruzzo spesso 3 m, senza alcuna copertura può resistere ad un colpo di granata-mina; dalle esperienze di Bourges (Francia) si sa che le cariche di melinite nel calcestruzzo producono solo imbuto profondi 30 cm, con diametro variabile da 1,20 m a 1,56 m; effetti molto più devastanti si sono avuti nelle opere in muratura ordinaria²².

Sebbene nel confronto fra i risultati ottenuti nelle murature ordinarie e quelli sui calcestruzzi si sia tenuto conto delle differenze nelle dimensioni dei manufatti, è evidente che, contro gli evoluti mezzi di distruzione, le consuete dimensioni sono troppo da ritenersi insufficienti alla difesa. In secondo luogo i risultati stessi hanno prodotto la convinzione che si possa sostituire alle murature ordinarie il calcestruzzo di cemento che, se composto anche da ghiaie silicee o dei rottami di rocce primarie, acquista una durezza paragonabile a quella del granito e del basalto²³.

Il costante perfezionamento delle artiglierie, l'aumento della gittata, un miglioramento del tiro oltre che ad una maggiore capacità dei proiettili a penetrare nelle murature e nelle coperture delle fortezze, hanno inoltre confermato l'inadeguatezza delle opere militari ottocentesche costruite in pietra e terra. Ed è così che si introduce un nuovo materiale per le fortificazioni, il conglomerato cementizio, il cui uso influenza l'impostazione stessa delle opere militari che pian piano si trasformano nel nuovo tipo di fortificazione permanente: la "batteria corazzata".

Lo stesso Brialmont, scrive: «[...] sarà preferibile ricorrere al calcestruzzo di cemento il quale acquista una durezza straordinaria quando è formato di ghiaia o di frantumi di rocce primarie. Le granate

²¹ Emblematica è l'esperienza fatta nel 1886 al forte della Malmaison, bombardato con granate la cui carica interna ha raggiunto i 32 kg di esplosivo, lanciate da un mortaio da 22 cm di calibro. La volta della caponiera, spesso oltre un metro di pietra calcarea e ricoperta da uno spessore di 3 metri di terra, destinata ad opporre resistenza, non adempie al suo compito, contrapponendo la minima opposizione. Il risultato è infatti un cratere a imbuto di 8 metri di diametro. Lo stesso esperimento è stato ripetuto al poligono di Bruges l'anno successivo su manufatti in cemento armato: dopo aver realizzato una volta di 1,50 metri, viene sottoposta a bombardamenti e sfondata solo dopo 8 granate concentrate su una superficie di 2 metri quadrati. H. A. Brialmont, *Influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification*, Paris 1888, p. 344.

²² Il conglomerato cementizio presentava singolari doti di resistenza, riassumibili nella limitata profondità degli imbuto e nella localizzazione degli effetti di urto e di scoppio.

²³ H. A. Brialmont, *Influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification*, Paris 1888, p. 344.

riproducono certamente delle impronte più profonde che nel granito ma non lo spaccano così facilmente»²⁴.

E mentre in Europa proseguono le esperienze sui calcestruzzi, soprattutto nell'intento di trovare un valido sostituto al costoso cemento Portland, come il *trass* del Reno, in Francia, Germania, Belgio e Olanda, e in Russia, il calcestruzzo viene impiegato in larghissima scala tanto nella costruzione di nuove opere quanto nel consolidamento di quelle esistenti²⁵.

Ovvio che ogni Stato fa ricorso ai materiali disponibili, evitando per quanto possibile di ricorrere a quelli stranieri, e ciò nel doppio intento di sottrarsi ad ogni forma di dipendenza con altri Paesi e di limitare la spesa.

I calcestruzzi sperimentati all'estero sono di vario tipo e composizione, ma nella maggior parte il componente principale è il cemento Portland, in altri il *trass* del Reno, in nessuno la pozzolana²⁶.

Con il pietrisco, le ghiaie e le calci di ottima qualità italiana si è in grado di formare eccellenti calcestruzzi, sia utilizzando le pozzolane che i cementi²⁷.

Nei capitolati ordinari delle Direzioni del Genio Militare, compilati per regolare i lavori comuni, (per cui si allestiscono capitolati speciali quando fu necessario eseguire lavori idraulici e marittimi di qualche entità, quali ad esempio quelli per l'arsenale di Spezia, di Venezia e di Taranto, ben poco è detto sulle condizioni di accettazione dei cementi, così anche per le pozzolane), ben poco è detto delle condizioni di accettazione dei cementi, come anche delle pozzolane.

Al riguardo, è interessante la monografia dell'ingegnere Giuseppe Signorile che, contrariamente a quanto sostenuto da molti circa l'opportunità dell'impiego della pozzolana *grossa* (così come estratta dalla cava), egli dimostra che l'idraulicità del materiale cresce in proporzione alla polverizzazione della pozzolana²⁸. Signorile ha inoltre dimostrato la grande influenza che la temperatura esercita sulla consistenza delle malte con pozzolana vulcanica, formulando la tesi che, fra i limiti di 9° e 27°, l'indurimento delle malte è direttamente proporzionale alle temperature. Al di sopra o al di sotto di questi due limiti l'indurimento cresce e decresce ancora più rapidamente²⁹.

²⁴ H. A. Brialmont, *Influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification*, Paris 1888, p. 344.

²⁵ F. Lo Forte, *Esperienze sui calcestruzzi*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1888, p. 194.

²⁶ Ivi.

²⁷ I cosiddetti cantoni di Casale, prismi triangolari artificiali, destinati a difesa delle sponde del Po sono prova di ciò che si può fare in Italia con elementi locali.

²⁸ La tesi è stata a sua volta comprovata dagli esperimenti dello stesso Signorile; infatti, pozzolane di diversa finezza, hanno dato risultati oltremodo diversi: quella con grani di 3 decimillimetri di spessore ha fatto presa sott'acqua in sei giorni; per quella di 6 decimillimetri invece ce ne sono voluti dodici. Cfr.: G. Signorile, *Sulle pozzolane vulcaniche*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, Roma 1888, pp. 92-111.

²⁹ Una malta composta di un volume di calce grassa in pasta e due volumi di pozzolana fina, preparata alla temperatura di 9 °C fa presa in sei giorni; a 18 °C in quattro giorni; a 27 °C in due giorni. Dunque un rapporto 3:2:1, tanto per la temperatura quanto per la rapidità della presa. Così pure la resistenza allo schiacciamento della malta impastata è risultata, dopo un mese d'immersione: a 9 °C di 17 Kg/cm²; a 18 °C di 34 Kg/cm²; a 27 °C di 50 Kg/cm². Proporzione assolutamente

Tuttavia risultano insolute alcune questioni sul confezionamento del calcestruzzo: tipo dei componenti e loro proporzione; metodi di confezionamento; sistemi per l'esecuzione dei getti; grado di compressione dei singoli strati gettati, ecc.

Infatti, nell'ottica del considerare il calcestruzzo non più solo come materiale da costruzione, ma come elemento essenziale di resistenza nelle opere di fortificazione, occorre tenere a mente lo stesso *iter* precedentemente seguito per le piastre di corazzatura, per le quali si sono pianificate numerosissime e costosissime esperienze al fine di giungere alla migliore qualità del metallo e alle dimensioni e forme più opportune da mettere in opera.

Serve inoltre un termine di paragone al quale riferirsi per apprezzare pregi e difetti dei calcestruzzi preparati con componenti del Paese, ed è opportuno che i risultati degli esperimenti siano confrontati con uno dei tipi di calcestruzzo sperimentato all'estero, per esempio il calcestruzzo che forma gli anelli protettivi delle avancorazze della torre tedesca nelle esperienze di Bucarest (Romania). In base ai risultati conseguiti tra le esperienze di "tiro alla prova" effettuate all'estero, quella al poligono di Controceni a Bucarest (1885-86)³⁰, dove il calcestruzzo mostra una resistenza al tiro inaspettata, ha indotto gli ingegneri militari ad attribuirgli un'importanza decisamente maggiore di quella che già riconosciuta.

Il calcestruzzo sperimentato a Bucarest³¹ è composto da un volume di cemento Johnson, due volumi di sabbia e quattro volumi di ghiaia, senza ghiaietta. La percentuale di acqua è tale da permettere che il cemento sia messo in opera troppo secco. Inoltre la quantità della stessa viene regolata in relazione alla temperatura di getto. Il calcestruzzo, posto in opera a strati orizzontali di 20 cm di spessore, senza mai interrompere il getto (nemmeno di notte) garantisce così la massima presa tra gli stessi. Ogni strato viene poi pigiato con dei "pestelli" di ferro fino al rifiuto.

La grande resistenza dimostrata dal calcestruzzo nelle esperienze di tiro, durante la prova, ha portato a immaginare di poter utilizzare questa muratura artificiale non solo nei rivestimenti, per i quali precedentemente si è fatto ricorso ai blocchi naturali di pietra dura, ma anche come massa coprente contro il tiro diretto, senza alcuna maschera di terra.

Da ciò Mougin, (che ha diretto le operazioni relative al getto degli anelli di calcestruzzo nelle torri di Bucarest), immagina un nuovo tipo di forte, costituito da un grosso blocco di calcestruzzo, in cui le

rispettata anche per la resistenza. Cfr.: G. Signorile, *Sulle pozzolane vulcaniche*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, pp. 92-111.

³⁰ *Relazione sulle esperienze del tiro delle artiglierie rigate contro i muri, eseguite sul Lago Maggiore dal 22 agosto al 22 ottobre 1864*, in «Giornale del genio militare», n. 3, 1865, pp. 77-108.

³¹ Questo cemento inglese, dopo essersi indurito per otto giorni, di cui uno all'aria libera e sette immerso nell'acqua, ha presentato una resistenza alla trazione di 30 Kg per cmq. Cfr.: F. Lo Forte, *Esperienze sui calcestruzzi*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1888, vol IV, p. 208.

ESPERIMENTI DI TIRO CONTRO INSTALLAZIONI CORAZZATE.

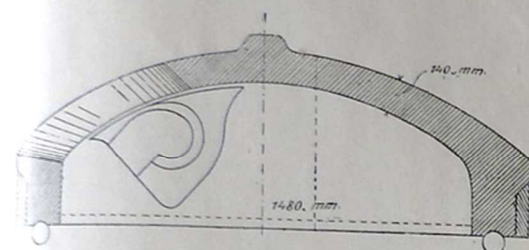


Fig. 1^a

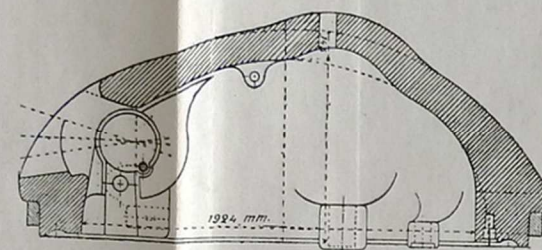


Fig. 4^a

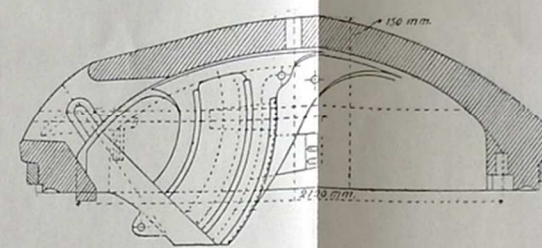


Fig. 7^a

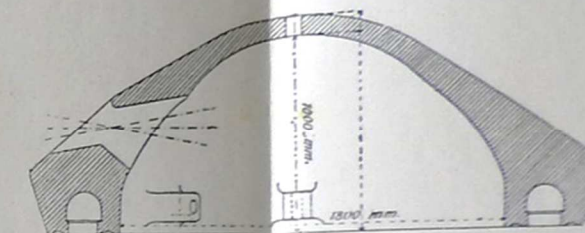


Fig. 10^a

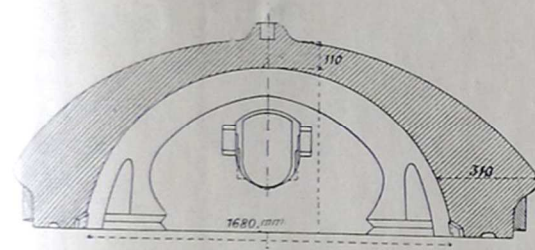


Fig. 2^a



Fig. 5^a

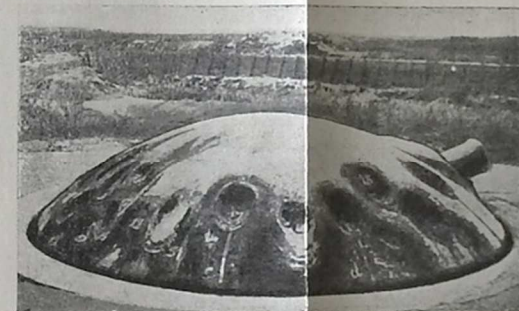


Fig. 8^a

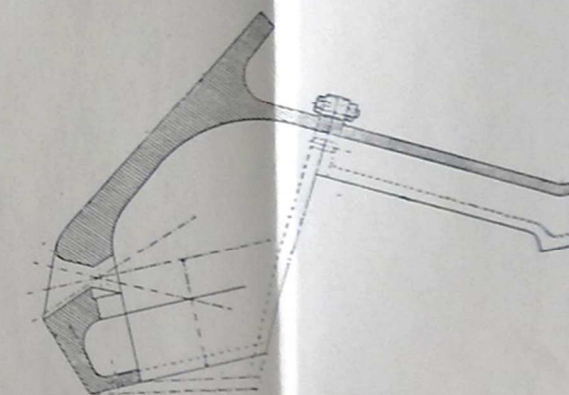


Fig. 11^a

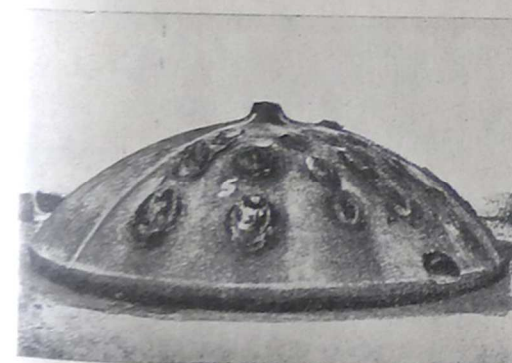


Fig. 3^a

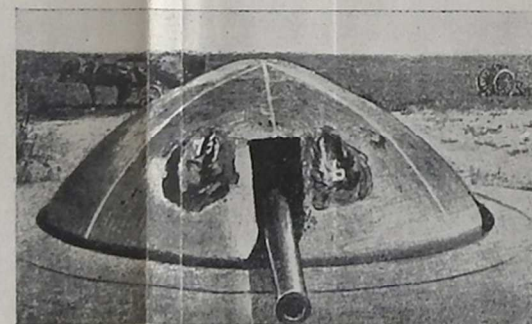


Fig. 6^a

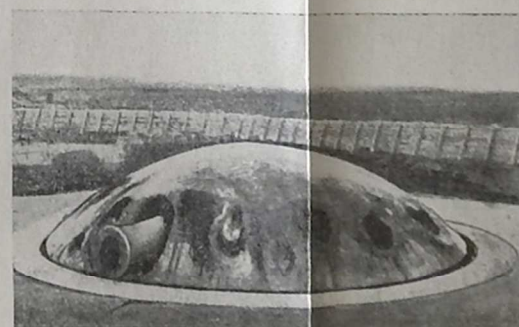


Fig. 9^a

2.1.1. Il Cemento Portland

Protagonisti assoluti di uno sviluppo economico assolutamente eccezionale nel corso degli ultimi decenni del XIX secolo, sono il ferro e il cemento.

«In soli trent'anni, nel corso della seconda metà del XIX secolo, la produzione cementifera passa dal livello artigianale a quello industriale, innesca un dinamismo commerciale e realizza una concentrazione geografica senza precedenti»¹¹.

Nel 1850, in Inghilterra esistono solo quattro fabbriche di cemento (il celebre Portland, variante del procedimento Vicat scoperto da Aspdin nel 1824); in Germania le prime fabbriche di cemento Portland vengono stabilite a Stettino, Bonn, Lunenburg, Oppeln ecc., intorno al 1850: e la fabbricazione aumenta notevolmente grazie al fatto che le fabbriche tedesche si legano in un sodalizio denominato *Verein deutscher Portland Cement Fabrikanten*¹² che dà grande impulso agli studi scientifici e al perfezionamento delle tecniche di fabbricazione. In Francia la produzione industriale del cemento viene realizzata solo da Demarle à Boulogne-sur Mer¹³.

Ma bisogna attendere l'ultimo ventennio dell'Ottocento perché si entri nel vivo dello sviluppo della produzione europea.

Diverse sono le cause che in Italia hanno ritardato l'impianto e lo sviluppo dell'industria dei cementi: prima di tutto bisogna citare l'utilizzo dei cementi importati dall'estero che, per la lungaggine dei tempi di trasporto e della permanenza in "magazzino", in condizioni non appropriate di conservazione, vengono impiegati ormai "avariati" da operai di scarsa esperienza e quindi con risultati alquanto scadenti. Altre cause vanno ricercate nell'abbondanza, in Italia, di ottime pietre da costruzione naturali, rispetto alle disponibilità degli altri paesi, per la cui cosa alle strutture in calcestruzzo di cemento si sono preferite quelle murarie in pietrame; come pure nell'impiego delle ottime malte idrauliche ottenute con calce grassa e pozzolana.

Questo ha indubbiamente generato un notevole ritardo nella diffusione e nella pratica applicazione, e ha impedito che i costruttori acquistassero fiducia in questo materiale.

Tuttavia, a valle delle numerose applicazioni fatte all'estero anche in Italia, la prima produzione industriale inizia nel 1858 ad opera della Società Strade Ferrate dell'Alta Italia a Palazzolo sull'Oglio

¹¹ C. Simonnet, *Alle origini del cemento armato*, in «Rassegna», n. 49, marzo 1992, p. 8; si veda anche: L. Dubois, *Lafarge Coppée, 150 ans d'industrie*, Parigi 1988.

¹² G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, Manuali Hoepli, Milano 1903 (2^a ed.), p. 5.

¹³ Da *Fabrication du ciment Portland artificiel. Usine de Frangey*, in Turgan, *Les grandes usines. Revue périodique des arts industriels*, t. XVII, Parigi 1885.

(Lombardia), che nel 1872 si trasforma in Società Italiana dei Cementi e delle Calci Idrauliche di Bergamo e un anno dopo in Società Anonima Fabbrica di Calci e Cementi di Casale Monferrato¹⁴.

Ambedue queste Società che, al loro inizio hanno prodotto quasi esclusivamente calce idrauliche (la prima, calce macinata in sacchi; la seconda, calce in zolle come veniva ricavata dai forni), hanno attivamente dato il via allo studio dei cementi, in special modo del cemento a lenta presa di tipo Portland.

Tuttavia, bisognerà attendere il 1885 perché la produzione Casal Monferrato inizi ad essere apprezzata, contribuendo al largo sviluppo dei cementi in Italia¹⁵.

La produzione del cemento si è in seguito estesa anche in altre parti d'Italia, e molte fabbriche hanno via via acquistato un'importanza sempre maggiore.

Le due Società, la italiana di Bergamo e l'Anonima di Casalmongera, aumentano rapidamente i loro impianti e, così, la Società Bergamasca inizia ad impiantare i nuovi edifici di Ozzano Monferrato, di Vittorio Veneto e di Cividale e nel 1897 la Società Anonima di Casale Monferrato apre gli stabilimenti di Civitavecchia¹⁶ dapprima con la produzione di cemento naturale e poi successivamente con la fabbricazione del portland artificiale dalla quale lo Stato ha largamente attinto per la difesa terrestre e marittima¹⁷; un impianto simile viene poi installato anche a Venezia.

Di notevole importanza è la scelta della materia prima; per quanto nella fabbricazione del cemento artificiale il dosaggio è da farsi nelle dovute proporzioni di calcare argilloso ed argilla, o anche calcare puro e calcare argilloso.

La diversa natura dei calcari di cui le due regioni Bergamasco e Casale sono dotate ha notevolmente differenziato l'indirizzo delle ricerche istituite presso le due Società.

Nel Bergamasco si hanno imponenti masse di calcarei argillosi disposti a strati successivi di limitata potenza e di composizione variabile: da banco a banco, ma anche nello stesso banco, il contenuto in argilla varia notevolmente, e questo da un lato permette di avere prodotti differenti, dall'altro dà luogo a non poche difficoltà per mantenere costante il tipo dei prodotti stessi. La scelta del calcare dunque si fa difficile, mentre l'estrazione dai soli filoni aventi la composizione voluta per la produzione del Portland risulta economicamente quasi impossibile.

Per queste ragioni la Società, a partire dal 1877, inizia a produrre cemento artificiale.

¹⁴ G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, Manuali Hoepli, Milano 1903 (2^a ed.), p. 6.

¹⁵ A. Arlorio, *Cementi italiani*, Milano 1893, p. 265.

¹⁶ G. Vacchelli, *Sulle applicazioni delle costruzioni in calcestruzzo di getto ed in cemento armato. Relazione della speciale commissione nominata dalla Società degli Ingegneri ed Architetti Italiani in Roma*, in «Il Monitore Tecnico», 15, 1897, p. 116.

¹⁷ V. Mattei, *I Cementi Italiani. Sviluppo, Produzione, Esportazione*, in «Atti della Società degli Ingegneri», n. 2, aprile 1916, pp. 96-106.

Nel Casalese non varia di molto la formazione stratigrafica del calcare. Si hanno banchi di potenza considerevole, fino a 5-6 metri, separati da notevoli masse di argilla. Questi banchi hanno una composizione uniforme nel loro spessore e, una volta scelti quelli con la giusta percentuale di carbonato di calcio e argilla, il calcare estratto si può portare direttamente ai forni ottenendo il cemento Portland naturale¹⁸.

«I forni si perfezionano (il forno rotativo ad esempio, sviluppato negli Stati Uniti, aumenta considerevolmente la produttività), le manipolazioni anche (perfezionamento dei setacci, recupero dei cementi di *grappier*, metodi di insaccatura), i circuiti di distribuzione si organizzano (agenzie commerciali, pubblicità), anche la ricerca si sviluppa (i cementifici hanno al loro interno un laboratorio)»¹⁹.

Con una opportuna cernita del prodotto dei forni (perfettamente cotto, cotto, polvere, e cotto al giallo) si hanno le varie qualità di materiale e poi i cementi extra, di prima, seconda e terza qualità²⁰.

¹⁸ Tuttavia anche la Società Anonima Fabbrica di Calce e Cementi di Casale nel 1876 inizia a produrre cemento Portland.

¹⁹ C. Simonnet, *Alle origini del cemento armato*, in «Rassegna», n. 49, marzo 1992, p. 8.

²⁰ G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, Manuali Hoepli, Milano 1903 (2°ed.), p. 8.

2.1.2 Il Calcestruzzo di cemento e gli esperimenti in Europa

Il criterio pratico da seguirsi nello studio dei particolari tecnici e di ordinamento delle costruzioni fortificatorie è quello di metterle in grado di resistere contro i mezzi di distruzione impiegati dall'avversario. Ed essendo le bocche da fuoco il più attivo mezzo di distruzione, i forti devono innanzitutto resistere, non solo agli effetti delle mine, ma soprattutto dei proiettili, i cui disastrosi effetti vengono posti in evidenza da numerose esperienze eseguite all'estero²¹.

Dalle esperienze di Kummersdorf (Germania) risulta che un blocco di calcestruzzo spesso 3 m, senza alcuna copertura può resistere ad un colpo di granata-mina; dalle esperienze di Bourges (Francia) si sa che le cariche di melinite nel calcestruzzo producono solo imbuti profondi 30 cm, con diametro variabile da 1,20 m a 1,56 m; effetti molto più devastanti si sono avuti nelle opere in muratura ordinaria²².

Sebbene nel confronto fra i risultati ottenuti nelle murature ordinarie e quelli sui calcestruzzi si sia tenuto conto delle differenze nelle dimensioni dei manufatti, è evidente che, contro gli evoluti mezzi di distruzione, le consuete dimensioni sono troppo da ritenersi insufficienti alla difesa. In secondo luogo i risultati stessi hanno prodotto la convinzione che si possa sostituire alle murature ordinarie il calcestruzzo di cemento che, se composto anche da ghiaie silicee o dei rottami di rocce primarie, acquista una durezza paragonabile a quella del granito e del basalto²³.

Il costante perfezionamento delle artiglierie, l'aumento della gittata, un miglioramento del tiro oltre che ad una maggiore capacità dei proiettili a penetrare nelle murature e nelle coperture delle fortezze, hanno inoltre confermato l'inadeguatezza delle opere militari ottocentesche costruite in pietra e terra. Ed è così che si introduce un nuovo materiale per le fortificazioni, il conglomerato cementizio, il cui uso influenza l'impostazione stessa delle opere militari che pian piano si trasformano nel nuovo tipo di fortificazione permanente: la "batteria corazzata".

Lo stesso Brialmont, scrive: «[...] sarà preferibile ricorrere al calcestruzzo di cemento il quale acquista una durezza straordinaria quando è formato di ghiaia o di frantumi di rocce primarie. Le granate

²¹ Emblematica è l'esperienza fatta nel 1886 al forte della Malmaison, bombardato con granate la cui carica interna ha raggiunto i 32 kg di esplosivo, lanciate da un mortaio da 22 cm di calibro. La volta della caponiera, spesso oltre un metro di pietra calcarea e ricoperta da uno spessore di 3 metri di terra, destinata ad opporre resistenza, non adempie al suo compito, contrapponendo la minima opposizione. Il risultato è infatti un cratere a imbuto di 8 metri di diametro. Lo stesso esperimento è stato ripetuto al poligono di Bruges l'anno successivo su manufatti in cemento armato: dopo aver realizzato una volta di 1,50 metri, viene sottoposta a bombardamenti e sfondata solo dopo 8 granate concentrate su una superficie di 2 metri quadrati. H. A. Brialmont, *Influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification*, Paris 1888, p. 344.

²² Il conglomerato cementizio presentava singolari doti di resistenza, riassumibili nella limitata profondità degli imbuti e nella localizzazione degli effetti di urto e di scoppio.

²³ H. A. Brialmont, *Influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification*, Paris 1888, p. 344.

riproducono certamente delle impronte più profonde che nel granito ma non lo spaccano così facilmente»²⁴.

E mentre in Europa proseguono le esperienze sui calcestruzzi, soprattutto nell'intento di trovare un valido sostituto al costoso cemento Portland, come il *trass* del Reno, in Francia, Germania, Belgio e Olanda, e in Russia, il calcestruzzo viene impiegato in larghissima scala tanto nella costruzione di nuove opere quanto nel consolidamento di quelle esistenti²⁵.

Ovvio che ogni Stato fa ricorso ai materiali disponibili, evitando per quanto possibile di ricorrere a quelli stranieri, e ciò nel doppio intento di sottrarsi ad ogni forma di dipendenza con altri Paesi e di limitare la spesa.

I calcestruzzi sperimentati all'estero sono di vario tipo e composizione, ma nella maggior parte il componente principale è il cemento Portland, in altri il *trass* del Reno, in nessuno la pozzolana²⁶.

Con il pietrisco, le ghiaie e le calci di ottima qualità italiana si è in grado di formare eccellenti calcestruzzi, sia utilizzando le pozzolane che i cementi²⁷.

Nei capitolati ordinari delle Direzioni del Genio Militare, compilati per regolare i lavori comuni, (per cui si allestiscono capitolati speciali quando fu necessario eseguire lavori idraulici e marittimi di qualche entità, quali ad esempio quelli per l'arsenale di Spezia, di Venezia e di Taranto, ben poco è detto sulle condizioni di accettazione dei cementi, così anche per le pozzolane), ben poco è detto delle condizioni di accettazione dei cementi, come anche delle pozzolane.

Al riguardo, è interessante la monografia dell'ingegnere Giuseppe Signorile che, contrariamente a quanto sostenuto da molti circa l'opportunità dell'impiego della pozzolana *grossa* (così come estratta dalla cava), egli dimostra che l'idraulicità del materiale cresce in proporzione alla polverizzazione della pozzolana²⁸. Signorile ha inoltre dimostrato la grande influenza che la temperatura esercita sulla consistenza delle malte con pozzolana vulcanica, formulando la tesi che, fra i limiti di 9° e 27°, l'indurimento delle malte è direttamente proporzionale alle temperature. Al di sopra o al di sotto di questi due limiti l'indurimento cresce e decresce ancora più rapidamente²⁹.

²⁴ H. A. Brialmont, *Influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification*, Paris 1888, p. 344.

²⁵ F. Lo Forte, *Esperienze sui calcestruzzi*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1888, p. 194.

²⁶ Ivi.

²⁷ I cosiddetti cantoni di Casale, prismi triangolari artificiali, destinati a difesa delle sponde del Po sono prova di ciò che si può fare in Italia con elementi locali.

²⁸ La tesi è stata a sua volta comprovata dagli esperimenti dello stesso Signorile; infatti, pozzolane di diversa finezza, hanno dato risultati oltremodo diversi: quella con grani di 3 decimillimetri di spessore ha fatto presa sott'acqua in sei giorni; per quella di 6 decimillimetri invece ce ne sono voluti dodici. Cfr.: G. Signorile, *Sulle pozzolane vulcaniche*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, Roma 1888, pp. 92-111.

²⁹ Una malta composta di un volume di calce grassa in pasta e due volumi di pozzolana fina, preparata alla temperatura di 9 °C fa presa in sei giorni; a 18 °C in quattro giorni; a 27 °C in due giorni. Dunque un rapporto 3:2:1, tanto per la temperatura quanto per la rapidità della presa. Così pure la resistenza allo schiacciamento della malta impastata è risultata, dopo un mese d'immersione: a 9 °C di 17 Kg/cm²; a 18 °C di 34 Kg/cm²; a 27 °C di 50 Kg/cm². Proporzione assolutamente

Tuttavia risultano insolute alcune questioni sul confezionamento del calcestruzzo: tipo dei componenti e loro proporzione; metodi di confezionamento; sistemi per l'esecuzione dei getti; grado di compressione dei singoli strati gettati, ecc.

Infatti, nell'ottica del considerare il calcestruzzo non più solo come materiale da costruzione, ma come elemento essenziale di resistenza nelle opere di fortificazione, occorre tenere a mente lo stesso *iter* precedentemente seguito per le piastre di corazzatura, per le quali si sono pianificate numerosissime e costosissime esperienze al fine di giungere alla migliore qualità del metallo e alle dimensioni e forme più opportune da mettere in opera.

Serve inoltre un termine di paragone al quale riferirsi per apprezzare pregi e difetti dei calcestruzzi preparati con componenti del Paese, ed è opportuno che i risultati degli esperimenti siano confrontati con uno dei tipi di calcestruzzo sperimentato all'estero, per esempio il calcestruzzo che forma gli anelli protettivi delle avancorazze della torre tedesca nelle esperienze di Bucarest (Romania). In base ai risultati conseguiti tra le esperienze di "tiro alla prova" effettuate all'estero, quella al poligono di Controceni a Bucarest (1885-86)³⁰, dove il calcestruzzo mostra una resistenza al tiro inaspettata, ha indotto gli ingegneri militari ad attribuirgli un'importanza decisamente maggiore di quella che già riconosciuta.

Il calcestruzzo sperimentato a Bucarest³¹ è composto da un volume di cemento Johnson, due volumi di sabbia e quattro volumi di ghiaia, senza ghiaietta. La percentuale di acqua è tale da permettere che il cemento sia messo in opera troppo secco. Inoltre la quantità della stessa viene regolata in relazione alla temperatura di getto. Il calcestruzzo, posto in opera a strati orizzontali di 20 cm di spessore, senza mai interrompere il getto (nemmeno di notte) garantisce così la massima presa tra gli stessi. Ogni strato viene poi pigiato con dei "pestelli" di ferro fino al rifiuto.

La grande resistenza dimostrata dal calcestruzzo nelle esperienze di tiro, durante la prova, ha portato a immaginare di poter utilizzare questa muratura artificiale non solo nei rivestimenti, per i quali precedentemente si è fatto ricorso ai blocchi naturali di pietra dura, ma anche come massa coprente contro il tiro diretto, senza alcuna maschera di terra.

Da ciò Mougin, (che ha diretto le operazioni relative al getto degli anelli di calcestruzzo nelle torri di Bucarest), immagina un nuovo tipo di forte, costituito da un grosso blocco di calcestruzzo, in cui le

rispettata anche per la resistenza. Cfr.: G. Signorile, *Sulle pozzolane vulcaniche*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, pp. 92-111.

³⁰ *Relazione sulle esperienze del tiro delle artiglierie rigate contro i muri, eseguite sul Lago Maggiore dal 22 agosto al 22 ottobre 1864*, in «Giornale del genio militare», n. 3, 1865, pp. 77-108.

³¹ Questo cemento inglese, dopo essersi indurito per otto giorni, di cui uno all'aria libera e sette immerso nell'acqua, ha presentato una resistenza alla trazione di 30 Kg per cmq. Cfr.: F. Lo Forte, *Esperienze sui calcestruzzi*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1888, vol IV, p. 208.

proporzioni dei componenti con cui lo si realizza avrebbero subito delle oscillazioni entro limiti piuttosto ristretti.

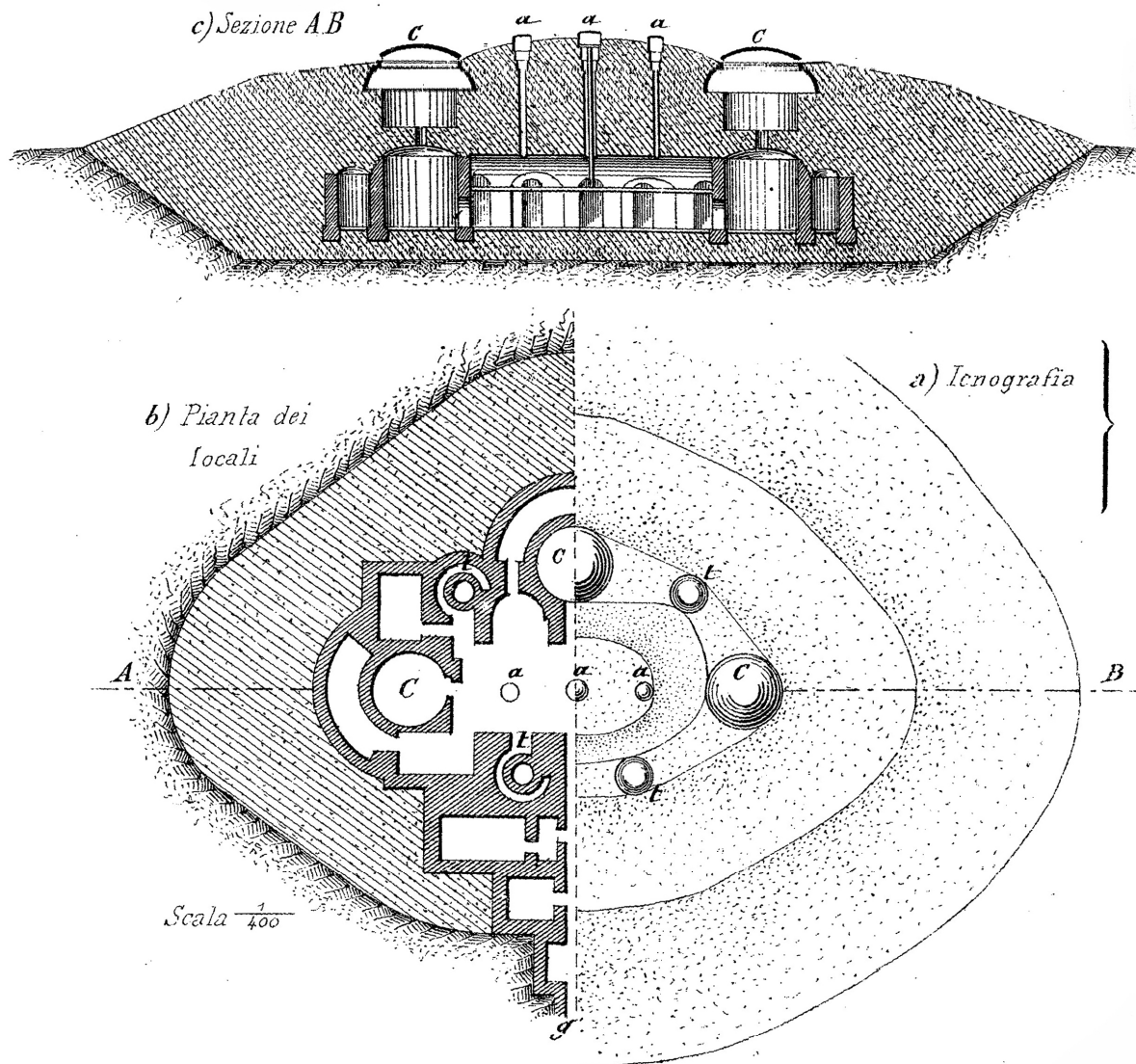


Figura 2.

Dai dati rilevati nelle diverse esperienze fatte in Francia, Belgio, Germania, Danimarca, Svizzera, Inghilterra, Russia e Romania, risulta che le proporzioni dei diversi componenti variano da un luogo all'altro anche oscillando fra limiti piuttosto ristretti.

«[...] La quantità di cemento più usuale per un metro cubo di calcestruzzo è di 0,25 mc pari a 325 kg»³²

Nella relazione della commissione olandese, che assiste alle esperienze comparative delle torri Gruson e S. Chamond a Bucarest, si legge inoltre quanto segue:

«1) Il mettere allo scoperto l'avancorazza mercé il tiro di una batteria, posta a distanza da 1.000 a 1.500 m esigerà senza dubbio molto tempo e un grande consumo di munizioni; 2) quest'opinione è tanto più fondata tale che il calcestruzzo adoperato a Bucarest, presentava una notevole durezza e una forza di resistenza ai proietti non riscontrabile in un materiale simile; 3) il tiro contro la copertura di calcestruzzo (dell'avancorazza) ha fornito delle importanti informazioni riguardo alla resistenza del calcestruzzo di cemento al tiro diretto. 4) al momento del "tiro", il calcestruzzo che circondava la torre francese era stato posto in opera da 5 settimane, gettato ad una temperatura prossima a 0°; la sua durezza era soddisfacente; 5) il calcestruzzo attorno la torre tedesca era vecchio di due mesi ed era stato formato in tempo favorevole. La sua durezza era straordinaria, come risulta dal resoconto delle prove di tiro³³».

L'influenza della temperatura appare evidentissima anche nelle esperienze di Bucarest. Il calcestruzzo della torre francese, gettato ad una temperatura più bassa, di quella fissata dall'ingegnere Signorile³⁴, offre una sufficiente durezza, ma quello della torre tedesca, gettato in temperature rigide riesce a garantire una durezza di gran lunga superiore. Come norma da seguire nella pratica ne deriva, quindi, che sarebbe stato molto più utile e funzionale costruire le masse murali cementizie durante la stagione più calda³⁵.

Il capitano Rocchi, nel saggio *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*³⁶, espone alcune considerazioni sulla convenienza di fissare proporzioni non eccessivamente ricche di cemento per la composizione dei calcestruzzi destinati a resistere al tiro, giacché ad una maggiore resistenza allo schiacciamento, e quindi anche alla penetrazione, si sarebbe avuto un calcestruzzo oltremodo vetroso e rigido e perciò più soggetto a scheggiarsi e a spaccarsi all'urto dei proietti.

Nel caso del calcestruzzo, dunque, si verifica un fenomeno analogo a quello che si osserva nei metalli. La ghisa indurita resiste allo schiacciamento più del ferro laminato, ma si fende anche molto più facilmente all'urto³⁷.

³² F. Lo Forte, *Esperienze sui calcestruzzi*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1888, p. 209.

³³ Ivi, p. 220.

³⁴ G. Signorile, *Sulle pozzolane vulcaniche*, in «Rivista d'artiglieria e genio», vol. II, 1888, pp. 92-111.

³⁵ F. Lo Forte, *Esperienze sui calcestruzzi*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1888, p. 221.

³⁶ E. Rocchi, *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, pp. 39-78.

³⁷ Ivi.

A sostegno di tali considerazioni, Rocchi ricorda opportunamente i risultati di alcune esperienze di tiro eseguite in Olanda contro grossi blocchi di granito che si sono sempre spaccati; ricorda altresì i risultati delle esperienze di tiro delle artiglierie rigate contro il forte Cerro sul Lago Maggiore, eseguite dall'agosto all'ottobre 1864³⁸, dai quali si rileva: «a) che il muro formato da conci di granito aveva superato tutti gli altri per resistenza alla penetrazione, pur dimostrando sempre il difetto di una maggiore diffusione della scossa dei colpi a considerevole distanza dal punto colpito; b) che un muro di piccole pietre e di buona malta, di struttura paragonabile a quella del calcestruzzo, rappresenta la migliore ossatura per una muraglia esposta al tiro del cannone. Gli effetti rilevati sono due: quello di penetrazione, tanto minore quanto più duro è il materiale che costituisce la muratura; quello di disgregazione, tanto maggiore nelle pietre dure, rigide, di struttura cristallina, quanto minore nelle murature laterizie e cementizie»³⁹.

La differenza sta nel modo di comportarsi del granito e della muratura a smalto sotto il tiro dell'artiglieria. Quella certa quantità di lavoro dinamico, che nel granito si consuma in meno nella penetrazione più limitata, si trasforma invece in un maggior lavoro di disgregazione.

Forse l'intima solidarietà dei piccolissimi elementi che compongono il granito ha potuto favorire la trasmissione delle vibrazioni violente.

Si aggiunga che, per quanto grandi le dimensioni dei conci di granito, il muro non sarebbe stato mai un vero monolite, come invece un masso di calcestruzzo, qualora il getto fosse stato eseguito a regola d'arte.

Da ciò poteva formularsi questo principio: «L'effetto di penetrazione cresce in proporzione inversa alla rigidità della massa, mentre diminuisce per la stessa ragione l'effetto di disgregamento. Viceversa, l'effetto di disgregamento cresce in proporzioni diretta alla rigidità delle masse, mentre diminuisce quello di penetrazione»⁴⁰.

Dunque, «se per ragioni di economia si adoperava nella costituzione del calcestruzzo la pozzolana anziché il cemento, si aveva un prodotto meno duro e meno resistente allo schiacciamento, facilmente penetrabile dai proietti, ma con il vantaggio di disgregarsi molto meno facilmente»⁴¹.

Naturalmente si rende comunque necessario trovare un buon compromesso, un punto nel quale il lavoro dinamico dell'urto si distribuisca fra i due diversi ordini di effetti – penetrazione e disgregamento – nella misura più vantaggiosa alla resistenza complessiva della struttura approcciata.

³⁸ *Relazione sulle esperienze del tiro delle artiglierie rigate contro i muri, eseguite sul Lago Maggiore dal 22 agosto al 22 ottobre 1864*, in «Giornale del genio militare», n. 3, 1865, pp. 77-108.

³⁹ Ivi; si veda anche: E. Rocchi, *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, pp. 46-47.

⁴⁰ E. Rocchi, *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, pp. 39-78.

⁴¹ *Relazione sulle esperienze del tiro delle artiglierie rigate contro i muri, eseguite sul Lago Maggiore dal 22 agosto al 22 ottobre 1864*, in «Giornale del genio militare», n. 3, 1865, pp. 77-108.

E allora, di quanto si dovrebbero aumentare le dimensioni del masso nella direzione dell'urto, per far sì che tutto il lavoro dinamico si esaurisca all'interno del masso stesso senza che questo sia attraversato da parte a parte?

L'ideale sarebbe un materiale più resistente, tale da non lasciarsi penetrare, e sufficientemente elastico da non disgregarsi all'urto, cosicché il proiettile sia obbligato a rimbalzare nell'atto dello scoppio, generando la dispersione all'aria aperta di gran parte dell'energia.

A tal fine si è pensato di fare ricorso a costruzioni metalliche, ma poiché la seconda delle anzidette condizioni risulta inconciliabile con la prima, si è pensato di realizzare forme "scappanti" delle corazze, disegnate in modo che nessun proiettile possa mai colpirle con un angolo superiore a un dato limite e sia quindi obbligato al rimbalzo.

L'artificio riduceva al minimo sia gli effetti di penetrazione sia quelli di sconquassamento.

Sicuramente il calcestruzzo si è rivelato non solo superiore rispetto al granito, ma anche l'unico genere di muratura sulla cui resistenza al tiro possa farsi affidamento⁴².

In relazione all'alone di incertezza che all'epoca incombe sulla teoria chimica dei cementi, al pari di quella della malte, Enrico Rocchi, nel saggio *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*, rappresenta la significatività del guardare ai diversi esperimenti eseguiti in vari Stati dove la necessità d'impiego del calcestruzzo su larga scala, nella costruzione delle opere, è fuori contestazione, anziché ricorrere a delle indicazioni squisitamente teoriche.

Si riconoscono due tipi di calcestruzzo, a seconda che nella sua composizione si utilizzi malta di sabbia e cemento Portland (cls di cemento)⁴³ o malta di calce e pozzolana (cls di Pozzolana). Fra i due tipi di calcestruzzo esiste in primo luogo una differenza relativa al tempo necessario per l'indurimento: il calcestruzzo di cemento, infatti, raggiunge il massimo grado di durezza molto più velocemente rispetto al calcestruzzo di pozzolana.

Da molteplici esperienze fatte (fra cui quelle di Bucarest nel 1885-86)⁴⁴ si evince che il calcestruzzo di cemento rispetto a quello di pozzolana, presenti sufficiente durezza per resistere all'urto dei proiettili ordinari, ma anche al doppio effetto di penetrazione e di scoppio delle granate-mine.

⁴² Alla data del 1888, come si evince dall'articolo di Lo Forte, nessuno dei calcestruzzi italiani è stato sperimentato dal punto di vista della sua applicazione ai lavori di fortificazione come materiale di resistenza; lo stesso Lo Forte si augura che presto anche in Italia si facciano delle esperienze sui calcestruzzi formati con composti nazionali e che riguardino siano i calcestruzzi a base di cemento di "fabbrica nazionale", quanto su calcestruzzi a base di pozzolana e di calce. Al riguardo, Lo Forte avanza la possibilità che tali esperimenti si facciano al poligono di Nettuno affidando alla Direzione del genio di Roma la cura dei necessari apprestamenti. F. Lo Forte, *Esperienze sui calcestruzzi*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1888, pp. 226-227.

⁴³ Nel calcestruzzo di cemento occorre, secondo il generale Brialmont, da 350 kg a 400 kg per un mc di cemento. Cfr.: E. Rocchi, *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, p. 41

⁴⁴ Ivi.

La composizione del calcestruzzo sperimentato a Bukarest è:

«Una carriola di cemento Portland, inglese, della marca Johnson, che, in seguito ad otto giorni d'indurimento (uno all'aria libera e sette nell'acqua) presentava una forza di resistenza alla trazione di 30 Kg per cmq. Per quattro carriere di ghiaia grossa (galets) con, o senza, ghiaia minuta (gravier). La proporzione della sabbia restava determinata dalla quantità di ghiaia minuta frammischiata alla ghiaia grossa. Il calcestruzzo della torre francese conteneva soltanto una mezza carriola di sabbia su quattro carriere di ghiaia grossa e minuta; mentre quello della torre tedesca richiedeva due carriere di sabbia su quattro di ghiaia grossa. Il cemento non fu posto in opera troppo secco, e si ritenne che un eccesso di acqua fosse meno dannoso della sua scarsità. D'altra parte si tentò di regolare la proporzione dell'acqua in considerazione dalle condizioni atmosferiche e dalla temperatura. Il calcestruzzo venne gettato per strati orizzontali dello spessore di 20 cm, successivamente battuti con "mazzapiedi" di ferro fino a che il cemento non appariva alla superficie. Al momento del tiro, il calcestruzzo che costituiva l'avancorazza francese, si trovava in opera da cinque settimane ed era stato gettato con una temperatura prossima allo zero. La sua durezza era tuttavia soddisfacente. La resistenza sperimentata fu oltremodo considerevole e gli effetti dell'urto poterono ritenersi completamente localizzati. Le ragioni di tale favorevole risultato andavano ricercate nella natura e nella proporzione dei materiali impiegati, nonché nel modo di eseguire la gettata. Per ciò che riguarda la scelta dei materiali si riconobbe assai opportuna l'importanza l'unione della ghiaia grossa con la ghiaia minuta, in modo da ridurre al minimo gli interstizi. A questa metodica che presentava inoltre il vantaggio di ridurre di molto la quantità di cemento, in confronto a quella occorrente qualora si fosse impiegato esclusivamente ghiaia grossa, venne soprattutto attribuita la grande capacità di resistenza presentata dal calcestruzzo della torre francese. In secondo luogo fu anche riconosciuta l'influenza favorevole dovuta alla forte compressione a cui si assoggettarono i successivi strati dei materiali, ed alla circostanza di avere continuato, senza interruzione, la gettata del calcestruzzo anche durante la notte, perché non sarebbe stato possibile altrimenti ottenere un legame intimo fra i diversi strati»⁴⁵.

Il comandante Mougin, che ha presieduto in Francia alla costruzione degli spalti di calcestruzzo di molte torri girevoli ed ha diretto l'esecuzione delle gettate eseguite con lo stesso materiale a Cotroceni, rimane dell'avviso che il calcestruzzo di pozzolana non avrebbe mai raggiunto la durezza specifica necessaria alla localizzazione degli effetti dei nuovi mezzi di distruzione e che pertanto il calcestruzzo di cemento debba essere impiegato sia nel rinforzo di quelle parti delle opere che sono esposte all'urto dei proiettili, sia nella costruzione delle coperture orizzontali alla prova dei tiri di sfondo.

⁴⁵ E. Rocchi, *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, pp. 42-43.

«Inoltre da un esame accurato di un frammento del calcestruzzo della torre francese appare evidente che questo materiale, per omogeneità e durezza non differiva da una pietra basaltica»⁴⁶.

Nelle opere di fortificazione effettuate nei Paesi Bassi si impiega del calcestruzzo costituito da 18 parti di frantumi di laterizi ferrioli e 10 parti di malta, formata con sabbia, calce idraulica e *trass*⁴⁷ del Reno.

Numero d'ordine	Denominazione della Malta	sua composizione in volume		
		calce idraulica	sabbia	Trass
1	Malta di calce	10	11	
2	Malta ordinaria	10	10	
3	Malta di trass-bastardo, debole	10	8	2
4	Malta di trass -bastardo	10	6	3
5	Malta di trass -bastardo, forte	10	4	4
6	Malta di trass forte	10		5

Tab. 8. La malta impiegata per la formazione del calcestruzzo nella proporzione 10:18 è quella segnata al n. 4.

Fino all'autunno del 1886 nel poligono di Oldebrock (Olanda) vengono sperimentate alcune composizioni di calcestruzzo di cemento, di seguito elencate:

- a) 3 parti di ghiaia, 1 parte di sabbia, 1 parte di cemento Portland
- b) 4 parti di ghiaia, 1 ½ parte di sabbia, 1 parte di cemento Portland
- c) 5 parti di ghiaia, 1 ½ parte di sabbia, 1 parte di cemento Portland

Giacché il cemento è uno degli elementi che determinano il grado di durezza del calcestruzzo, variandone le proporzioni, si ottiene una scala graduale di durezza differenti, di cui le composizioni (a) (b) (c) sopra indicate costituiscono un esempio.

Se il calcestruzzo molto ricco di cemento (a), per la sua grande durezza specifica, presenta maggiore resistenza allo schiacciamento e quindi alla penetrazione, dall'altra parte, risulta più vetroso e rigido, ovvero risulta più soggetto a fessurarsi sotto l'urto dei proiettili rispetto ad un calcestruzzo meno duro, cioè meno ricco di cemento. Nel caso delle diverse composizioni di calcestruzzo, dunque, si assiste a un fenomeno simile a quello riscontrato nella resistenza dei metalli, fra i quali i più duri (l'acciaio e la

⁴⁶ «*Esperiences de Bukarest, Extrait du rapport de la commission Néerlandaise*», Bruxelles 1886, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, pp. 42-43.

⁴⁷ Il *trass* del Reno è un prodotto vulcanico, simile alla nostra pozzolana, proveniente dai vulcani estinti sulle rive del fiume da Magonza a Colonia.

ghisa indurita, che presentano maggiore resistenza alla penetrazione dei proiettili rispetto al ferro laminato) risultano anche i più soggetti a fendersi sotto gli urti.

Da tali esperienze risulta che il calcestruzzo della composizione “c”, meno ricco di cemento, è anche più resistente agli urti dei proiettili.

La proporzione di cemento Portland che entra nella composizione (C) – che differisce di poco rispetto a quella seguita nelle prove di Bucarest, e anche a quella normalmente adottata in Belgio e in Germania (che comprende 5 parti di ghiaia, 1 ½ di sabbia, 1 di cemento) – sembra anche la più adatta a rispondere alle esigenze sopra accennate.

«Detta porzione di cemento, in volume, poco differisce dalla proporzione, in peso, di 350 a 400 kg per mc di calcestruzzo in opera, che viene dal generale Brialmont ritenuta come necessaria per ottenere un buon calcestruzzo. Infatti, nelle tre suindicate composizioni, occorrono per ogni mc di pietra da 0,200 mc a 0,250 mc di cemento. Assumendo di 1300 kg il peso medio del mc di cemento Portland, il peso del volume di cemento occorrente per mc di pietra, varierà da 260 a 325 kg. Tenendo poi conto che, per effetto dell’assestamento naturale, e più ancora della compressione artificiale a cui si assoggetta il calcestruzzo, un mc di questo materiale in opera può ritenersi corrisponda, in media, a 1.10 mc di quello in costruzione, ne segue che, con l’accennata proporzione in volume, la quantità, in peso, di cemento per m3 di calcestruzzo in opera, risulterà compresa fra 290 e 360 kg all’incirca»⁴⁸.

ID	Oggetto delle prove	Francia	Belgio	Germania	Danimarca	Svizzera	Inghilterra	Russia	Romania	Valori adottabili in Italia
1	Densità	-	1,3	-	-	-	-	-	1,3	1,3
2	Finezza	-	15%	10%	-	20%	15%	15%	15%	15%
3	Durata della Presa (in minuti)									
	minima	30	30	30	-	30	60	-	60	30
	massima	180	-	120	-	120	-	-	-	180
4	Resistenza alla trazione (Kg)									
	a) cemento puro	20 (1)	25 (3)	-	25 (3)	-	25 (3)	25 (3)	25 (3)	25 (3)
	b) cemento e sabbia normale	8	-	16 (4)	-	16 (4)	9,83 (4)	10 (5)	-	16 (4)
5	Resistenza allo schiacciamento	-	-	160 (4)	-	150 (4)	-	-	-	150 (4)
6	Acqua per l'impasto delle mattonelle:									
	a) di cemento puro	-	-	-	-	-	-	20 a 30 %	-	25%
	b) di cemento e sabbia	-	-	-	-	8%	-	-	-	8%

Tab. 9. Nella tabella sono riportati i risultati di alcuni esperimenti fatti all'estero sui calcestruzzi. Nota: (1) dopo 7 giorni; (2) la finezza è rappresentata dal residuo nello staccio di 900 maglie per cmq; (3) dopo 7 giorni di cui 1 all'aria e 6 di immersione in acqua; (4) dopo 28 giorni; (5) dopo 29 giorni, 1 all'aria e 28 nell'acqua (da E. Rocchi, 1900).

Nella costruzione dei forti della Mosa (teste di ponte di Liegi e di Namur), il calcestruzzo destinato per i piedritti e per le volte risulta più ricco di cemento, e precisamente formato da:

- 1 volume di cemento tipo Portland; 2 volumi di sabbia grossa; 3 volumi di ghiaia;

⁴⁸ E. Rocchi, *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, p. 47.

- il calcestruzzo meno ricco di cemento, destinato alle fondazioni ed ai rinfianchi era composto da 1 volume di cemento; 4 volumi di sabbia grossa; 6 volumi di ghiaia⁴⁹.

Numero d'ordine	Composizione della Malta in volume				Proporzione di cemento nell'unità di volume	Resistenza allo schiacciamento per cmq	Relazione tra la diminuzione della quantità di cemento nell'unità di volume e la corrispondente diminuzione della resistenza allo schiacciamento, per cmq, nella malta	
	Cemento Portland	Trass	Calce	Sabbia			Diminuzione della quantità di cemento nell'unità di volume	Diminuzione della resistenza allo schiacciamento per cmq della malta
						Kg		Kg
1	1			3	0,250	318	10	
2	1		1/4	5	0,160	291	10	
3	1		1/2	6	0,133	226	10	2
4	1		3/4	5	0,149	154	10	3
5	1		1	10	0,083	94	10	4
6		1	1	1	0,000	81,6	10	5

Tab. 10. Specchietto con indicate le resistenze delle diverse sostanze idrauliche, presentate al Congresso di Berlino il 26 febbraio 1887, oltreché la resistenza allo schiacciamento presentata da alcune composizioni di malta, lasciate essiccare all'aria, dopo 28 giorni (da E. Rocchi, 1900).

Dallo specchio riportato si rileva che una composizione di malta molto conveniente sarebbe la n. 2, poiché mette in opera all'incirca 1/3 in meno di cemento Portland in rapporto alla composizione n. 1, raggiungendo una resistenza allo schiacciamento di poco inferiore. Meno opportuna sembra la composizione n. 4, nella quale, economizzando circa 2/5 in quantità di cemento, in rapporto alla composizione n. 1, risulta più che dimezzata la resistenza allo schiacciamento. Si può ancora aggiungere che anche la composizione n. 6, con *trass*, non consente di raggiungere una resistenza superiore ad 1/4 di quella corrispondente alla composizione 1. Ed inoltre, salta all'occhio come, tanto nella composizione n. 6 quanto nelle composizioni da 2 a 5 (dove insieme al cemento si impiega calce) per la presa occorra un intervallo generalmente più lungo dei 28 giorni, ed inoltre, come si evince dalla tabella appresso riportata, questo tempo è tanto più lungo quanto minore è la quantità del cemento impiegato⁵⁰.

⁴⁹ Queste composizioni poco differivano da quelle normali, la sabbia e la ghiaia venivano estratte dal fiume Mosa (Francia) e Sambre (Francia-Belgio).

⁵⁰ Esistono numerose fabbriche di cemento Portland in Francia, nel Belgio, in Germania, così anche in Italia, fra le quali citiamo quella di Sarezzo (provincia di Brescia) della ditta Bagozzi Federico e C. Forse alcune di queste fabbriche, fra cui quella citata, dispongono di abbondanti cave di materiali, che per la loro composizione si presentano a dare buoni prodotti, ed essendo bene impiantate e provviste delle strumentazioni necessarie, potrebbero essere capaci di aumentare considerevolmente la produzione, in modo da fornire all'amministrazione la quantità di cemento Portland necessaria per del calcestruzzo da impiegare nelle opere di fortificazione.

Composizione della malta in peso			Resistenza alla trazione per cmq, in Kg						
			settimane				anni		
Cemento	calce	Sabbia	1	4	13	26	1	1 1/2	2
1		3	16,3	20,5	28,3	37,2	43,9	46,8	51,9
1	1/2	6	6,5	12,1	26,5	27,4	35	35,4	43,8

Tab. 11. Dalla tabella si evince il graduale aumento della resistenza a trazione di due composizioni di malta, la prima a base di cemento, la seconda di cemento e calce (da E. Rocchi, 1900).

Riguardo al materiale da unire alla malta di cemento e sabbia, ovvero di calce e pozzolana, per la formazione del calcestruzzo, si possono impiegare anche frantumi di laterizi, frantumi di pietre naturali, o ghiaia fluviale (*gravier*)⁵¹.

Nonostante l'uso dei frantumi di laterizi nella composizione del calcestruzzo consenta di ottenere ottimi risultati dal punto di vista della resistenza allo schiacciamento, nelle composizioni destinate a resistere all'azione dei proietti esplodenti non se ne ritiene idoneo l'impiego.

«I frantumi di pietre basaltiche, dello spessore medio compreso tra 3 e 4 cmc, sono frequentemente impiegati per la formazione del calcestruzzo in Germania, ove manca della buona sabbia fluviale. Sembra inoltre che i frantumi di basalto, ed anche quelli in granito, per la loro durezza, possano dar luogo nel calcestruzzo ad inconvenienti simili a quelli attribuiti ad un'eccessiva quantità di cemento. La piccola ghiaia fluviale (*gravier*), esclusivamente impiegata in Olanda, ove se ne possiede dell'eccellente, ed anche in Belgio, è, senza dubbio il materiale di più conveniente impiego per la formazione del calcestruzzo, non soltanto nei riguardi della resistenza ma anche nei riguardi economici»⁵².

L'Italia, in molte sue regioni, è ricca di buona ghiaia fluviale, che risulta molto più convenientemente adoperata nella composizione del calcestruzzo.

⁵¹ Tenuto conto del costo elevato del cemento Portland, è facile riconoscere quale considerevole economia possa realizzarsi, nella costruzione di grosse masse di calcestruzzo, impiegando ghiaia minuta. Come venne innanzi accennato, la superiorità di resistenza, presentata dal calcestruzzo della torre francese a Bucarest, fu principalmente attribuita all'impiego esclusivo della ghiaia minuta.

⁵² E. Rocchi, *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, p. 53.

QUALITA' DELLE SABBIE NATURALI	Costituzione fisica o grado granulometrico della sabbia				Resistenza in Kg. per cm ² alla compressione, della malta fatta con 400 Kg. 200 Kg. di cemento per m ³ di sabbia dopo giorni					
	Ciotoli	Grani grossi	Grani medi	Grani fini						
	da m/m 8 a m/m 5	da m/m 5 a m/m 3	da m/m 2 a m/m 1/2	inferiori a m/m 1/2	7	28	84	7	28	84
Grossa del Serio	15	23	51	11	133	167	321	31	57	85
Fina del Serio	6	12	33	59	43	81	113	16	23	38
Grossa del Ticino	3	8	63	26	108	155	210	29	41	69
Fina del Ticino	-	4	31	64	37	54	73	14	23	31
Grossa dell'Adda	31	22	24	23	139	241	386	51	97	131
Fina dell'Adda	-	18	35	47	28	73	103	19	29	44

Tab. 12. (da G. Vacchelli 1903, p. 66).

«Considerato che il calcestruzzo acquista solidità e durezza per effetto di reazioni chimiche, e che l'acqua adoperata nell'impasto è il mezzo che determina tale reazione, è evidente che la qualità dell'acqua impiegata, e soprattutto, la sua temperatura dovevano esercitare un'influenza fondamentale sulla riuscita più o meno favorevole del lavoro»⁵³.

Al riguardo, da uno studio del dottor Zamboni sopra i cementi di Alzano Maggiore, sintetizzati nella tabella seguente, si nota come la costituzione fisica della sabbia influenzi la resistenza a compressione delle malte.

INDICAZIONI RELATIVE AI CEMENTI IMPIEGATI	Quantità di cemento ogni m³ di sabbia (in Kg.)	Quantità d'acqua occorsa nell' impasto di 100 Kg. di malta (in litri)	Volume della malta (in m³)	Peso specifico dei provini	Resistenza per cm² in Kg.											
					alla trazione						alla compressione					
					7 giorni	28 giorni	1 anno	2 anni	3 anni	4 anni	7 giorni	28 giorni	1 anno	2 anni	3 anni	4 anni
Cemento N. 1 Peso del litro: 1330 Residuo allo staccio { di 900 m.: 10.5 di 4900 m.: 38.0	150	9.0	-	-	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
	250	9.5	-	-	4.6	9.0	13.4	14.3	16.5	18.7	40.3	48.7	62.0	71.7	88.3	90.0
	350	9.5	-	-	8.2	12.6	19.1	19.8	21.6	22.5	49.7	88.3	141.7	145.0	178.3	175.0
	450	10.5	-	-	11.2	18.9	29.0	27.0	32.7	33.7	98.3	135.0	208.3	210.0	240.0	245.0
	550	10.5	-	-	13.9	22.5	32.0	32.0	35.0	38.1	135.0	183.3	316.7	306.7	333.3	360.0
	650	10.5	-	-	15.3	21.1	35.2	31.4	38.5	40.8	181.7	235.0	320.0	340.0	390.0	430.0
	800	11.0	1.005	2.19	21.2	31.0	37.1	50.0	50.2	-	200.0	283.3	416.0	463.3	576.7	-
1000	11.0	1.090	2.23	24.6	28.8	46.5	53.1	56.6	-	226.7	303.3	483.3	533.3	593.3	-	
Cemento N. 2 Peso del litro: 1310 Residuo allo staccio { di 900 m.: 6 di 4900 m.: 30	150	9.0	0.865	-	1.9	2.7	4.9	5.2	7.6	8.2	18.7	28.7	35.7	40.3	52.0	35.3
	250	10.0	0.865	-	9.0	10.1	14.9	14.7	15.4	14.1	45.3	82.0	121.7	115.0	125.0	138.3
	350	10.5	0.875	-	9.8	16.5	23.7	20.0	24.0	24.2	73.3	136.7	210.0	206.7	216.7	231.7
	450	10.5	0.885	-	16.4	27.7	30.6	28.2	32.5	34.5	107.3	216.7	283.3	310.0	323.3	310.0
	550	11.0	0.900	-	17.7	32.5	34.5	34.5	39.5	40.5	148.3	260.0	393.3	400.0	426.7	453.0
	650	11.0	0.925	-	24.6	38.8	41.8	39.2	43.4	45.2	185.0	353.3	410.0	426.7	456.7	503.3
	800	11.0	0.995	2.25	25.9	38.7	50.2	56.7	55.2	-	236.7	353.3	546.0	553.3	613.3	-
1000	11.0	1.085	2.25	31.2	39.5	54.0	63.9	57.4	-	238.3	357.0	540.0	620.0	646.7	-	
Cemento N. 3 Peso del litro: 1300 Residuo allo staccio { di 900 m.: 0 di 4900 m.: 10	150	9.5	0.835	1.81	2.4	3.5	8.6	12.0	12.2	11.3	25.3	30.3	42.0	55.0	60.0	-
	250	10.0	0.850	1.83	4.1	7.2	14.9	20.4	22.0	18.3	60.3	85.0	128.3	165.0	175.0	-
	350	10.5	0.850	2.00	10.6	18.4	33.2	32.2	34.5	33.5	115.0	156.7	243.3	313.0	340.0	-
	450	10.5	0.850	2.00	19.2	28.9	40.2	45.1	47.0	44.0	195.0	230.0	416.7	420.0	500.0	-
	550	11.0	0.895	2.21	24.5	36.2	54.8	55.2	58.5	50.0	181.7	283.3	520.0	590.0	625.0	-
	650	11.0	0.940	2.21	28.1	43.0	49.5	56.7	60.7	54.0	275.0	343.3	525.0	580.0	625.0	-
	800	11.5	1.010	2.23	33.7	47.4	57.7	64.0	65.9	66.9	260.0	416.7	603.3	633.3	656.7	-
1000	11.5	1.100	2.22	29.7	47.5	57.0	65.6	68.0	68.4	283.3	420.0	600.0	723.3	680.0	-	

Tab. 13. Resistenza delle malte di cemento Portland (da G. Vacchelli 1903).

Nella confezione delle malte ha pure molta importanza la qualità dell'acqua che si impiega e la sua quantità.

Le acque prive di sali sono le più adatte; la presenza dei cloruri e dei solfati di metalli terrosi ritarda la presa; i carbonati alcalini, invece, l'accelerano. Salvo la circostanza del ritardo, l'acqua di mare si può però adoperare nella confezione delle malte, tanto di cemento che di calce idraulica. Poco adatte sono invece le acque selenitose e magnesiache, nonché quelle che contengono materie organiche; sono invece da escludersi le acque torbide, contenenti in sospensione terre ed altre sostanze.

⁵³ Ivi, p. 54.

«L'acqua necessaria per l'impasto deve essere in giusta proporzione. Per parte dell'agglomerato essa è abbastanza esattamente definita: come meglio può ritenersi che il cemento Portland richiede 250 l per tonnellata. Le temperature basse rallentano la presa, ma a 5° sotto lo 0°, i migliori risultati si ottengono a temperature fra 10° e 18°; tuttavia si esce da questi limiti si può ancora lavorare senza pregiudizio della riuscita finale. Quando fosse indispensabile lavorare con temperatura ancora più basse bisognerebbe impiegare acqua salata, con che si abbassa di molto il grado in cui avviene la congelazione, la quale riuscirebbe perniciosa per la compattezza. Sembra pure indicato per l'impasto di malta in tali condizioni, l'impiego di soluzione di soda (soluzione di carbonato di sodio al 10%). (...) Le temperature alte (superiore ai 20°) accelerano la presa, che, alle volte, si può essere obbligati a ritardare con l'aggiunta di cloruro di calcio; l'acceleramento della presa riesce però di danno alla resistenza finale»⁵⁴.

Da alcune esperienze riportate dalla Rivista di Artiglieria e Genio risulta, inoltre, che l'impiego di acqua di mare non abbia influenzato la resistenza del calcestruzzo, ma anzi abbia ottenuto l'effetto contrario⁵⁵.

Non ci sono indicazioni che attestano l'utilizzo di cloruro di sodio nei calcestruzzi delle opere fortificate costruite dal Genio Militare Italiano durante la grande guerra; tuttavia è presumibile che questo accorgimento sia stato adottato, considerando l'altitudine di molte opere, tra cui lo stesso Forte Verena.

La quota in cui i forti italiani sono stati costruiti è sicuramente una delle cause che ha portato ad avere calcestruzzi di qualità inferiore, poiché l'enorme escursione termica tra il giorno e la notte ne ha pregiudicato la corretta maturazione.

In Italia si sono applicati i risultati delle esperienze fatte in Europa sui nuovi materiali da utilizzare nella fortificazione, ma come spesso è accaduto, i problemi economici o semplicemente il modo in cui sono state progettate ed eseguite le opere fortificate ne hanno limitato la resa.

⁵⁴ G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, Manuali Hoepli, Milano 1903 (2°ed.), pp. 65-66.

⁵⁵ Si segnalano a proposito i seguenti articoli: *Malte di cemento al cloruro di calcio*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1888, pp. 512-517; *Azione del gelo sulle malte*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1887, pp. 126 -127.

2.1.3. Calcestruzzo di cemento, di pozzolana, o cemento armato per gli elementi tecnico costruttivi delle fortificazioni

Dopo aver effettuato un'attenta rilettura delle principali tecnologie metodologiche impiegate nel periodo prebellico e catalogato quelle maggiormente impiegate nelle opere fortificate da noi analizzate, si è cercato di formulare un catalogo descrittivo, dal quale fosse possibile estrapolare, di volta in volta, tutte le informazioni e nozioni necessarie nel momento in cui ci si appresta ad avviare una corretta operazione di recupero. Inoltre, questo lavoro di analisi permette, oltre il confronto tra le diverse tecnologie utilizzate, anche l'individuazione degli elementi riflessi dell'ingegneria costruttiva militare nell'operato civile.

Coperture alla prova

Le coperture devono essenzialmente resistere ai tiri di sfondo e all'azione delle granate-torpedine; è da evitarsi anzitutto la sovrapposizione dello strato di terra alle coperture, che darebbe luogo all'intasamento della carica interna degli anzidetti proietti.

Al riguardo, al fine di rendere minimi gli effetti dello scoppio, sulla copertura viene realizzato un lastricato di pietra dura (granito o porfido), ovvero uno strato di eccellente calcestruzzo cementizio⁵⁶.

Si distinguono:

Copertura a volta;

Coperture con armature di ferro piane o ogivali;

Coperture miste di cemento armato.

Coperture a volta

In molte opere già realizzate, per accrescerne la resistenza dei locali alla prova si è fatto ricorso alla realizzazione di volte in calcestruzzo sopra a quelle di mattoni, che di per sé hanno fatto da centina alle nuove.

Inoltre, per sopperire al problema di eventuali distacchi o lesioni nelle parti interne della volta di mattoni – che avrebbero dato luogo a “piogge” di rottami nel locale, rendendolo inabitabile – si è fatto ricorso ad una fodera interna di lamiera, spesso un centimetro, applicata in strisce della larghezza di m 0.70 con i lembi trattenuti dalle ali di ferri a \perp disposti nel senso trasversale del locale da coprire e collegati alla massa murale, per mezzo di bandelle inchiodate.

⁵⁶ E. Rocchi, *Fortificazioni di fortezza*, Roma 1899, p. 35.

Allo scopo di determinare lo spessore delle coperture di calcestruzzo, così da renderle idonee a resistere all'azione ripetuta di nuovi potenti proiettili, sono state eseguite numerose esperienze, e il generale Brialmont, nell'opera *La fortification du temps présent*⁵⁷, determina, per le volte di calcestruzzo *al quarto*, spessori che variano da un minimo di m. 1,80 a 3,00 e più, secondo la larghezza del locale da coprire. Tali spessori, però, sono risultati discutibilmente esagerati e non giustificati dai risultati delle esperienze eseguite a Bourges, a Châlons (Francia), a Schoorl (Olanda), a Brasschaet (Belgio), in Russia, in Austria-Ungheria ed in Italia.

Infatti, in tutte queste prove si è accertato che la penetrazione delle più potenti granate difficilmente avrebbe superato un metro, anche nel caso più sfavorevole – ma praticamente poco probabile – che più proiettili cadano nello stesso punto approfondendo così l'imbuto creato dai colpi precedenti.

Pertanto, per sopperire al problema che la costruzione delle opere richieda somme enormi e non giustificate da reali bisogni, si è ritenuto di dover fare ricorso alle volte di calcestruzzo con spessore di m. 1,50 per le parti meno vitali dell'opera, e al massimo di m. 2,50, per quelle volte che debbano presentare robustezza sufficiente contro i più potenti esplosivi anche nel caso, poco probabile in pratica, della caduta di più colpi in prossimità di uno stesso punto.

La superficie esterna della copertura deve essere conformata in modo da favorire il rimbalzo dei proiettili, cosa che si verifica quando l'angolo d'incidenza è minore di 30°. Inoltre se da escludersi il ricorso ad uno strato di sabbia sulle coperture, è invece opportuno distendere sulla copertura uno strato di almeno m. 0,50 di eccellente calcestruzzo cementizio eseguito con la massima cura impiegando i migliori materiali e le proporzioni più favorevoli al fine di rendere minimi gli effetti dello scoppio.

Per la copertura dei locali si è inoltre suggerito di impiegare il calcestruzzo di consistenza crescente dall'interno verso l'esterno.

Così, le coperture di spessore ordinario, cioè di m. 2,00 circa, si possono ottenere sovrapponendo tre strati diversi, nel seguente modo:

L'inferiore di circa m. 1,00 composto da 4 parti in volume di pietrisco, 3 di sabbia, 1 di cemento;

Il soprastante, di circa m. 0,75 composto di 4 parti in volume di pietrisco, 2 di sabbia, 1 di cemento;

L'ultimo, di circa m. 0,25 composto di 3 parti in volume di pietrisco minutissimo, 1 di sabbia, 1 di cemento.

Quando le volte di calcestruzzo sono sopportate da piedritti o pilastri dello stesso materiale, non presentano alcuna particolarità d'imposta; se invece i piedritti (come più spesso accade) sono di muratura ordinaria, occorre osservare delle specifiche norme.

⁵⁷ H. A. Brialmont, *La fortification du temps présent*, Bruxelles 1885.

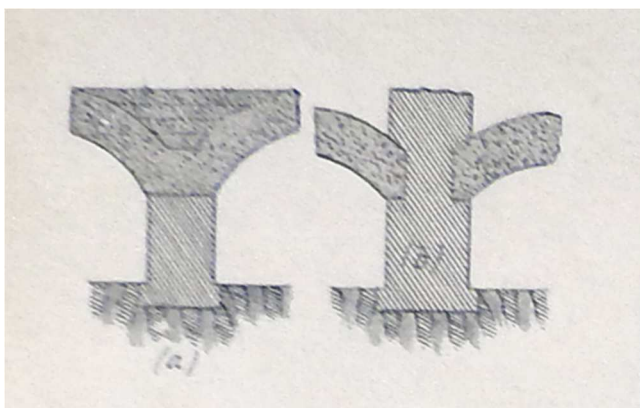


Figura 3.

Coperture con armature di ferro piane

In un primo momento, in caso di altezza disponibile minima, inferiore ai 5 metri, al posto delle volte cilindriche sono state adottate le coperture orizzontali o piattabande di struttura mista di ferro e calcestruzzo.

In quest'ultimo caso la copertura è costituita da travi di ferro a doppio T, collocati ad intervalli di circa m. 0,40 con interposte strisce di lamiera dello spessore variabile da 2 a 3 mm, leggermente incurvate ed appoggiate alle ali inferiori delle travi.

Questa armatura metallica sostiene uno strato di calcestruzzo cementizio dello spessore variabile da 1,50 a 2,00 metri. Inoltre, ponendo una seconda lamiera incurvata sopra le ali superiori di due travi contigue e lasciando vuoto lo spazio tra le due lamiere, nella copertura si possono facilmente ricavare le canne di ventilazione degli ambienti.

Una speciale attenzione è data anche al collocamento delle travi; infatti, il sistema più conveniente per la distribuzione delle pressioni è quello di fare riposare le estremità delle travi su cuscinetti di acciaio fuso larghi $\frac{1}{15}$ della luce libera delle travi e comunque mai meno di 25 cm, posti ad almeno 10 cm dallo spigolo interno del piedritto.

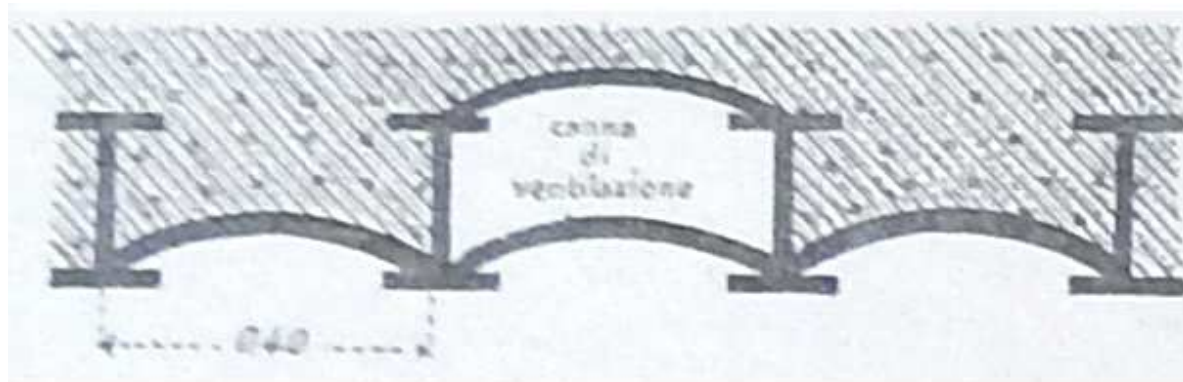


Figura 4.

Coperture con armature di ferro ogivale

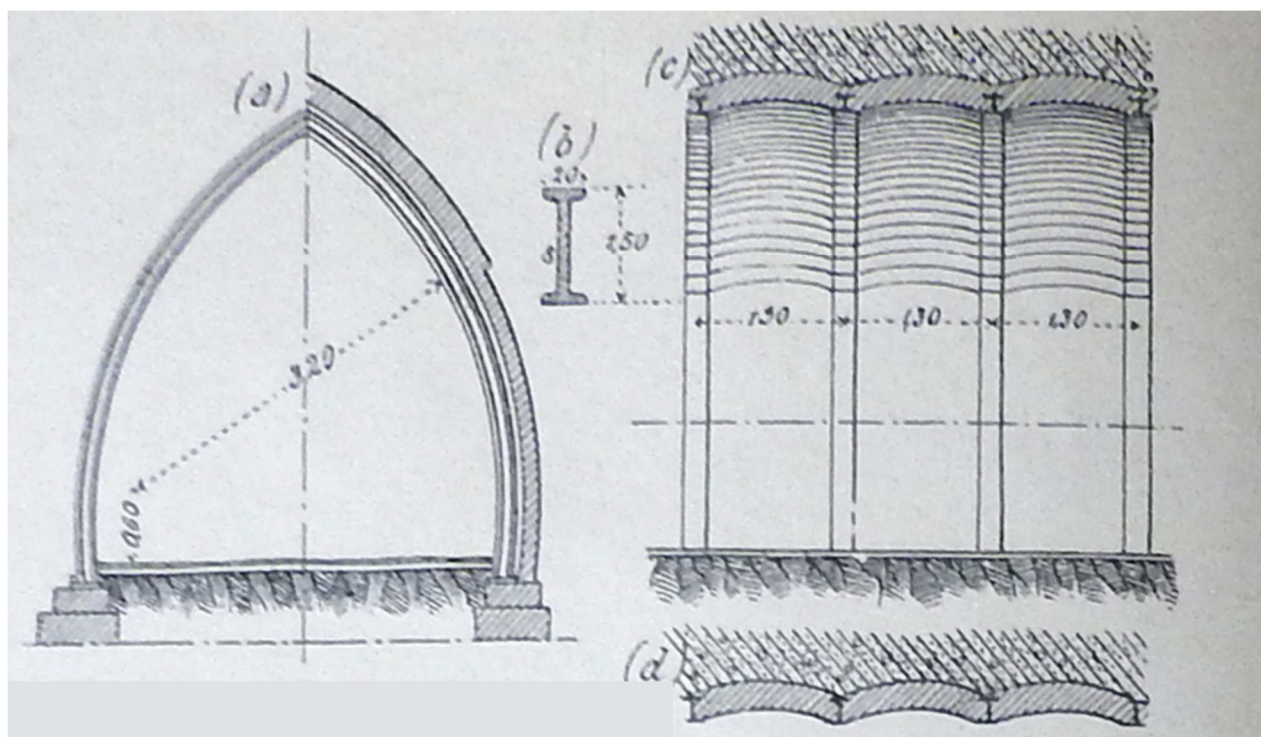


Figura 5.

Sono costituite da armature di ferro a forma di ogiva, con sezione semplice o a doppio T, disposti in piani verticali paralleli, come i telai di una galleria di mina.

Le sommità di due mezze armature sono collegate con coprigiunti e chiavarde e le estremità inferiori, appoggiate sopra a delle suole di ferro con sezione a U, sono ulteriormente congiunte fra di loro con tiranti di ferro.

Gli intervalli fra un'armatura e l'altra vengono occupati con voltine di mattoni, le quali fanno da centine al calcestruzzo.

Coperture miste di cemento armato

Le soluzioni adottate nella realizzazione delle strutture orizzontali atte alla separazione dei vani sono state molteplici.

In genere constano di uno strato di calcestruzzo cementizio dello spessore variabile da 1 a 2, opportunamente calcolato per garantire la stabilità della costruzione sotto un sovraccarico uniformemente distribuito da 2400 a 2600 Kg/mq. L'armilla dello spessore variabile da 20 a 50 cm è realizzata con calcestruzzo di ghiaietta e con l'armatura interna di ferro tondo, al di sopra di questa si realizza il battuto di calcestruzzo ordinario.

L'armilla (o soletta) di cemento armato potrà avere la forma a volta, a solaio piano o con nervature.

Per locali affiancati larghi 5 metri, ciascuna volta avrà una monta di cm 50 e uno spessore in chiave di 30 cm e sono armate da coppie di barre che giacciono nello stesso piano verticale, una delle quali a 3 cm circa dall'intradosso e l'altra ad eguale distanza dall'estradosso del rivestimento; fra queste coppie di barre spesse 3 cm circa, distanziate 50 cm l'una dall'altra, verrebbero intercalate a distanza di 13 cm delle barre minori ripiegate.

La copertura di un solaio piano appoggiata su piedritti di muratura paralleli, che separino una serie di locali di pianta rettangolare, è staticamente associabile ad una travata sopra più appoggi, per la quale i momenti flettenti massimi si verificano tanto in corrispondenza alla metà dei vani, generando una sollecitazione di trazione nella parte inferiore della travata, quanto in corrispondenza degli appoggi intermedi, dove la trazione si verifica nella parte superiore della trave stessa.

Pertanto l' "armilla" a solaio piano di cemento armato per ambienti larghi 4 metri potrà avere uno spessore di cm 50 circa e sarà formata da due armature composte da sbarre poste in direzione perpendicolare all'andamento dei piedritti. Adottando sbarre di 3 cm di diametro, di ciascuna armatura, esse saranno collocate ad interasse da 12 a 15 cm, e il copriferro di cm 3 e cm 4, rispettivamente inferiore e superiore.

Nel caso di solaio piano di un locale isolato, che si appoggia lungo l'intero perimetro, nella parte superiore dell'armilla non avranno luogo sollecitazioni di trazioni nel materiale cementizio e seppur non sarebbe necessario impiegare alcuna armatura, per sopperire alle vibrazioni sotto il tiro, si preferisce comunque fare ricorso alla doppia armatura.

In genere un solaio piano alla prova, per una riservetta larga 3 cm, consiste in un'armilla sovraccaricata da uno strato di calcestruzzo dello spessore di m 1,00; l'armilla di cemento armato sarà formata da un lastrone spesso cm 35 circa, in ciascuna armatura le sbarre saranno dello spessore di cm 2, distanziate 20 cm fra loro e con un copriferro di 6 cm.

L'armilla a solaio con nervature per locali larghi 5 metri, potrebbe formarsi con una soletta di cm 22 di spessore, rinforzata da nervature a doppia armatura alte cm 50, armate da tondini di cm 3,5 e a interasse di m. 2,40 circa

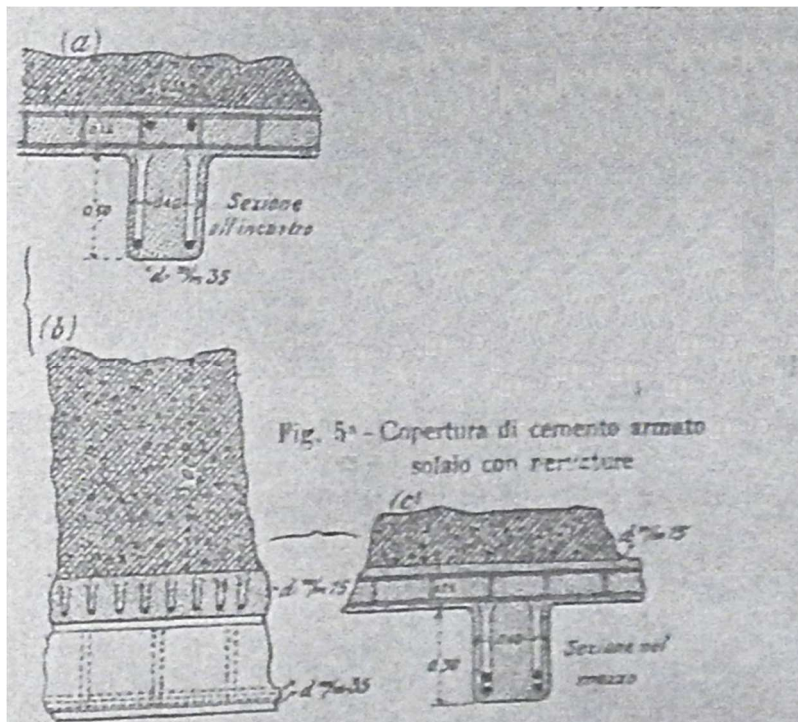


Figura 6.

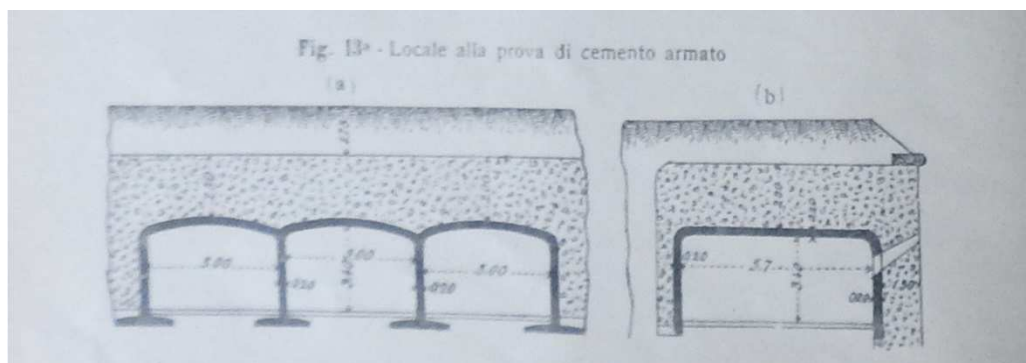


Figura 7.

Tipo tedesco

Per i locali affiancati lunghi 5 metri, si è generalmente usata una copertura a volta con monta di 50 cm circa ed uno spessore in chiave di 30 cm, un'armatura formata da coppie di barre stesi nello stesso piano verticale, collocate a circa 3 cm dall'intradosso e dall'estradosso.

Fra queste coppie di barre, spesse 3 cm circa e distanziate di 50, erano frapposte a distanza di 13 cm delle barre minori ripiegate.

Tipo francese

In Francia oltre, ai sistemi di copertura in calcestruzzo poggiante su anelle interna di cemento armato, viene adottato un sistema di coperture integralmente in cemento armato, costituito a sua volta da cemento rinforzato tramite diversi strati sovrapposti di barre di ferro incrociate.

Questo sistema si è rivelato vincente durante le prove di scoppio effettuate nel 1906 a Lougres (Francia), ma a lungo andare viene ritenuto troppo oneroso e pertanto non se n'è favorita l'applicazione.

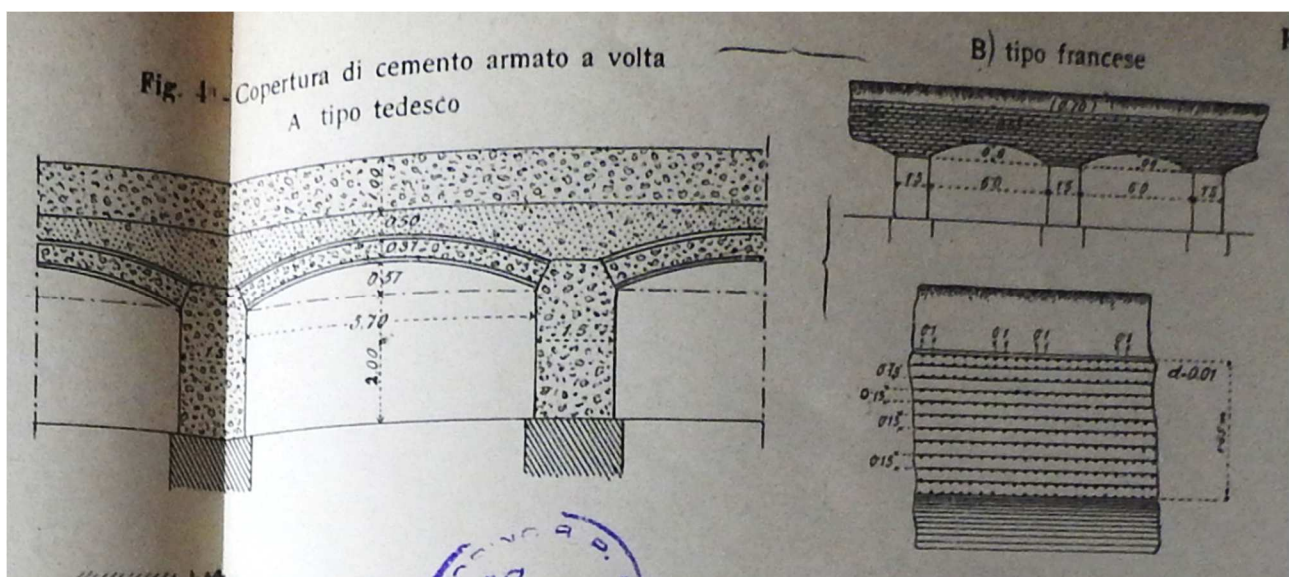


Figura 8.

Locali alla prova

Affinché i locali alla prova di un'opera presentino sufficiente resistenza ai grossi proiettili carichi di esplosivo dirompente, occorre soddisfare molteplici esigenze di forme e dimensioni. Inoltre, dovendo i locali essere defilati alla vista risulteranno normalmente interrati e di conseguenza in condizioni igieniche non ottimali.

Nella disposizione dei locali alla prova si distinguono quelli destinati a deposito munizioni o viveri e quelli per gli uomini, tenendo dunque ben presente che nel primo caso dovranno costruirsi nelle vicinanze delle bocche da fuoco; mentre i secondi dovendo essere provvisti di porte e finestre andranno realizzati là dove è possibile avere una parete riparata dal tiro.

Uno dei particolari tecnici di primaria importanza è stato quello dello spessore delle volte cementizie dei locali alla prova per cui i progettisti hanno tenuto conto sia del carattere della fortificazione in relazione alle reali esigenze di guerra, sia del particolare tipo di cemento impiegato.

Seguendo alla lettera i dati sperimentali, tale spessore si è sempre mantenuto intorno ai m 2,50 - 3,00 per risultare efficienti alla difesa da bombardamento di obici di grosso calibro; in altri casi si arriva anche a m 4,00-5,00, come si è riscontrato in alcuni tipi proposti dal gen. Brialmont⁵⁸.

Nelle parti direttamente esposte al tiro si impiega il calcestruzzo al quarto, composto da: 1 volume di cemento (corrispondente a Kg 350/400 di calcestruzzo al mc), 2 volumi di sabbia e 4 volumi di ghiaia. In Francia, Germania e in Russia molti ingegneri militari italiani non hanno ritenuto necessaria l'introduzione di qualunque genere di armatura o di traliccio metallico nelle masse di calcestruzzo, soprattutto per quelle parti delle opere esposte all'urto dei proiettili, immaginando che questo accorgimento avrebbe fatto perdere la caratteristica del calcestruzzo di localizzare l'azione distruttiva dei proiettili.

Il cemento armato ha trovato invece ottimo impiego nella costruzione delle parti interne delle opere fortificatorie non soggette al tiro, come i piedritti dei locali alla prova, i solai, l'intradosso a sostegno delle coperture alla prova, le fondazioni, ecc.

I locali alla prova costruiti in cemento armato sono costruiti con copertura in "armilla di cemento armato" a volta, a solaio piano o con nervature secondo i casi; il muro frontale, come quello di testata, è generalmente di pietrame o di calcestruzzo di cemento; quello di fondo, contro la terra, è di cemento armato, costituito in modo analogo ai muri a contrafforti e alle cortine dei sotterranei degli edifici ordinari; mentre i piedritti interni, se formanti semplici muri divisorii, sono di cemento armato.

⁵⁸ H. A. Brialmont, *Influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification*, Paris 1888

Fondazioni dei locali alla prova

Le fondazioni dei locali alla prova possono essere sia in muratura ordinaria che in muratura cementizia. Il tipo delle fondazioni è scelto di volta in volta dall'ingegnere, in relazione alla natura del suolo.

Le fondazioni dei muri, oltre alle condizioni di stabilità, devono poi, quando se ne riconosca la necessità, essere poste al sicuro dall'azione delle granate-torpedini.

Se la profondità delle fondazioni non è maggiore della profondità di penetrazione di tali proiettili e lo spessore delle fondazioni stesse non arriva a m. 1,50 si potrà raggiungere egualmente lo scopo ponendo a protezione del muro una gettata di calcestruzzo cementizio spessa da 0,50 a 1 metro, larga in senso orizzontale da 3 a 5 metri nella presunta direzione del tiro.

Nel caso di muro esposto ai tiri, la gettata di calcestruzzo può essere necessaria in entrambe le parti del muro da proteggere.

Quando, per la presunta direzione di tiri nemici, la fondazione non corre rischio di essere colpita, ovvero quando è spessa m. 1,50 e assicurata dalla sua profondità contro lo scalzamento la gettata di calcestruzzo viene omessa e la fondazione del muro segue le norme della statica.

Circa l'impiego del cemento armato, se trova un'importante applicazione nelle fondazioni delle costruzioni ordinarie (soggette a carichi statici), sia che si voglia appoggiare su di un terreno non abbastanza compatto (nel qual caso la fondazione deve risolvere il problema di ridurre convenientemente il valore della pressione unitaria), sia che si voglia spingere a grande profondità fino a trovare il terreno compatto; eppure non lo si ritiene assolutamente conveniente per le fondazioni delle piazzuole delle grosse bocche da fuoco.

Sembra infatti che se il cemento armato torna di opportuno impiego nelle costruzioni ordinarie soggette a carichi statici, pare che non convenga quando si tratti di azioni dinamiche, come si verifica appunto nelle installazioni delle bocche da fuoco.

Questo perché nelle opere di montagna il sedime di fondazione sarà costituito da buona roccia e perciò da terreno molto consistente, capace di una pressione da 10 a 50 Kg/cm², per cui la questione delle fondazioni in tal caso, anche per le installazioni delle bocche da fuoco, non presenterà grandi difficoltà⁵⁹. Invece, nel caso in cui si debbano raggiungere strati di terreno compatto, situato a grande profondità, può convenire ricorrere alla fondazione della piazzuola, con pali di cemento armato. Costruita la palificata si collegano le teste con una specie di solaio con soletta e nervatura, al di sopra della quale spicca la piazzuola di calcestruzzo di cemento.

⁵⁹ (Si perviene a tale conclusione nella considerazione teorica del modo di comportarsi del cemento armato sotto l'azione diretta dell'urto, in ragione della mancanza di dati più sicuri sulla risposta delle strutture in c.a. all'azione dinamica generata all'urto dei proiettili).

Le strutture in elevazione

Per lo più realizzate con sistemi tradizionali, possono essere costituite in muratura ordinaria o in calcestruzzo, a seconda delle disponibilità e delle funzioni.

La scelta del materiale varia in base alla destinazione d'uso, cioè se sarebbero serviti per casematte o per ricoveri per la truppa; possono inoltre differenziarsi nell'utilizzo di armature metalliche (putrelle o barre) quali elementi di rinforzo.

Per quanto riguarda la realizzazione dei paramenti esterni – dallo spessore quasi mai inferiore ai 100 cm, nel caso siano costruiti in muratura – questi sono generalmente del tipo a sacco, mentre, se costituiti in calcestruzzo vengono ulteriormente ispessiti, sul lato esterno da un ordine in muratura che ha allo stesso tempo carattere statico e architettonico.

All'interno dei manufatti le soluzioni adottate nella costituzione dei piedritti ha rispecchiato le tecniche fino ad allora conosciute: gli spessori variano da 60 cm, se realizzati in pietrame, fino ai più modesti 20 cm se realizzati in calcestruzzo di cemento armato.

Nell'ipotesi di invulnerabilità dell'elemento, questo, se realizzato in calcestruzzo, viene realizzato con una miscela al sesto (cioè da una miscela più magra o addirittura in laterizio, come riportato dalle direttive del genio italiano).

Il calcestruzzo è l'unico materiale da costruzione che giunge all'architetto senza forma propria. Fluido come l'acqua che lo idrata, entropico come un impasto che, per sprigionare la sua energia latente, ha bisogno di essere plasmato. Già utilizzato in epoca romana, descritto da Vitruvio come *opus caementicium*, il cemento è però molto giovane nella formulazione delle materie prime e nella soluzione armata, così come oggi risulta universalmente impiegato.

Il Portland-Cement viene infatti sviluppato in Inghilterra da Joseph Aspdin attorno agli anni Venti dell'Ottocento. Per tutto il secolo si sperimenta e si costruisce con il “nuovo” materiale, che si affermerà definitivamente solo dopo la Grande Guerra attraverso i maestri del movimento moderno ed esploderà letteralmente con la ricostruzione a seguito del secondo conflitto mondiale, fino ai nostri giorni. Meno di duecento anni di applicazioni, contro le migliaia di legno, pietra, mattoni.

Ciononostante, in così breve tempo è diventato il materiale da costruzione più impiegato, nell'epoca della storia dell'uomo in cui più si costruisce.

2.1.4. Cemento armato e fortificazione permanente

La combinazione del calcestruzzo con il ferro non è cosa nuova nella fortificazione, poiché le coperture di calcestruzzo sopra travature di ferro, lamiere ondulate e cappe metalliche di getto, sono da tempo impiegate per ottenere locali alla prova dei tiri a cui sono esposte; ma, in queste costruzioni, entrambi gli elementi – calcestruzzo e ferro – agiscono staticamente per proprio conto, diversamente da quello che succede nel cemento armato, dove, unendo rispettivamente le proprietà statiche, essi concorrono a formare un tutto omogeneo, atto a sopportare i maggiori sforzi.

Tuttavia, il cemento armato non trova subito pratica applicazione nelle opere di fortificazione, e ciò per la difficoltà di lavorazione e il suo costo rilevante⁶⁰.

Diverse le testate che alla fine dell'Ottocento si sono occupate degli esordi del cemento armato: si tratta per lo più di riviste tecniche generali, annali dei Lavori Pubblici, bollettini del Genio Civile Militare, annali delle Associazioni di Ingegneri Architetti e, solo in qualche caso, riviste dedicate in esclusiva al mondo della costruzione.

Le prime notizie sulla straordinaria aderenza fra ferro e cemento e sull'azione preservatrice di quest'ultimo sugli elementi metallici vengono diffuse nel 1885 dal direttore della rivista «L'ingegneria civile e le arti industriali», l'ingegnere Giovanni Sacheri⁶¹.

A partire dall'ultimo ventennio dell'Ottocento, la «Rivista di Artiglieria e Genio» si è distinta come uno dei periodici tecnici italiani che concede maggior spazio ad articoli riguardanti i nuovi sistemi costruttivi in calcestruzzo di cemento armato coperti da brevetto (Monier, Hennebique, ecc.), illustrando le sperimentazioni e l'impiego che li contraddistinguono negli Stati stranieri – inizialmente Francia, poi Belgio, Germania e Austria – in cui questa tecnica ha già una notevole diffusione in edilizia⁶².

⁶⁰ Ora però che le forme del ferro e la disposizione di esso entro le masse di calcestruzzo, anche nelle costruzioni civili, si sono notevolmente semplificate, e che maggiori semplificazioni si possono ancora ottenere, massime nel materiale da impiegarsi nella costruzione di opere di difesa, è da ritenere che più non occorra, come per il passato, per la preparazione del cemento armato, speciale abilità, di modo che riesca assai più agevole trovare la mano d'opera occorrente. Dal punto di vista economico, effettivamente è da tener conto del prezzo più elevato della mano d'opera, della maggior durata del lavoro e della grande quantità di ferro occorrente; ma d'altra parte la notevole riduzione nelle dimensioni delle opere porta naturalmente un sensibile risparmio di materiale, che in definitiva si risolve con una spesa finale minore a favore del cemento armato.

⁶¹ *L'ingegneria civile e le arti industriali*. (Torino gennaio 1875, n. 10 del 1906, mensile, poi quindicinale, con scritti di C. Guidi e M. Panetti; direttore G. Sacheri; dal 1906 prende il titolo *L'ingegneria civile e industriale: rivista tecnica*).

⁶² F. Turri, E. Zamperini, V. Cappelletti, *Sperimentazione e diffusione del calcestruzzo armato in Italia: il contributo del Genio Militare*, in *Concrete 2009. The Building Techniques. I International Congress. Technological development of concrete. Tradition, actualities, prospects*, a cura di Agostino Catalano, Camilla Sansone, Napoli 2009, p. 650.

Una vera rivoluzione nell'arte del costruire avviene però in Francia nel 1892, quando, dopo anni di sperimentazione condotta a partire dal 1879, François Hennebique deposita il suo primo brevetto sulla combinazione di ferro e cemento per la creazione di travi⁶³.

Indubbiamente è stata «la grande Esposizione Universale di Parigi del 1900 a decretare il riconoscimento ufficiale del cemento armato. Buona parte dei padiglioni espositivi, infatti, sono costruiti con il nuovo materiale: Hennebique realizza le strutture del Grand Palais e del Petit Palais oltre a numerose altre opere; Coignet si occupa di altrettanti padiglioni, compreso lo Château d'Eau, di cui si aggiudica la realizzazione battendo la concorrenza dello stesso Hennebique; Cottancin è stato tra l'altro l'artefice del padiglione della Repubblica di San Marino, incredibile castello in miniatura eseguito in getto. Matrai, invece, gode di una pessima reputazione per via del crollo – avvenuto durante la costruzione – di una passerella pedonale progettata con il suo sistema che conduce al Globe Céleste»⁶⁴.

L'Italia non partecipa direttamente alla fase pionieristica della sperimentazione sul béton armato, tuttavia il settore delle costruzioni si mostra particolarmente ricettivo nei confronti della nuova tecnica. Lo sviluppo significativo del calcestruzzo armato si attua solo dopo il 1890, quando, cioè, si è già consumata completamente la frattura fra i due settori da cui dipende⁶⁵.

«Alla sequenza delle invenzioni tecniche si affianca un'altra linea d'indagine: quella delle dispute sulle teorie strutturali e sulle modalità di calcolo, che pure ha accompagnato l'intero sviluppo del cemento armato, impegnando l'ingegneria strutturale di tutti i Paesi in un vivace dibattito nel quale gli aspetti squisitamente teorici si collegano da un lato alle incertezze sulla sicurezza statica delle strutture e dall'altro alla discussione sulla necessità di una specifica normativa»⁶⁶.

Nel 1897 viene pubblicata la relazione di una commissione, nominata in seno alla Società degli Ingegneri ed Architetti Italiani di Roma⁶⁷, che raccoglie preziose informazioni «sulle costruzioni in

⁶³ Brevetto francese n. 223546, F. Hennebique, Bruxelles, *Combinaison particulière du métal et du ciment en vue de la création de poutres très légères et de haute résistance*, 8 agosto 1892. Il brevetto italiano, con lo stesso titolo, è il n. 32495, presentato il 18 agosto 1892. Al riguardo si veda T. Iori, *Il cemento armato in Italia dalle origini alla Seconda guerra mondiale*, Roma 2001, p. 26.

⁶⁴ T. Iori, *Il cemento armato in Italia dalle origini alla Seconda guerra mondiale*, Roma 2001, p. 48.

⁶⁵ Il calcestruzzo armato rivela quindi una doppia origine: da una frattura economica, da un lato che dà luogo alla professione dell'ingegnere consulente o del *bureau d'études*, e dal suo potenziale di sfruttamento, dall'altro, definito da procedimenti di notazione controllati (perlomeno prima del 1906 e in Francia) quasi esclusivamente dal suo inventore; fulcro di questo dispositivo è costituito dal brevetto. Cfr.: C. Simonnet, *Alle origini del cemento armato*, in «Rassegna», n. 49, marzo 1992, p. 10.

⁶⁶ «In una prima fase il grande problema da risolvere era stato, infatti, l'adeguamento della teoria dell'elasticità ad una struttura eterogenea come cemento armato. Poi era seguita l'opera di formulazione e divulgazione di un metodo di calcolo che, sebbene ritenuto privo di validità scientifica, aveva superato il collaudo della prassi», Cfr.: T. Iori, *Il cemento armato in Italia dalle origini alla Seconda guerra mondiale*, Roma 2001, p. 8.

⁶⁷ G. Vacchelli, *Sulle applicazioni delle costruzioni in calcestruzzo di getto e in cemento armato. Relazione della speciale Commissione nominata dalla Società degli ingegneri e Architetti in Roma*, in «Il Monitore Tecnico», III, n. 15, 20 luglio 1897, pp. 115-117; n. 16, 5 agosto, pp. 124 - 126; n. 17, 20 agosto, pp. 131 - 133; n. 18, 5 settembre, pp. 142 - 144; n. 19, 20 settembre, pp. 151 - 152.

calcestruzzo di getto e in cemento armato»: si tratta del primo atto ufficiale di riconoscimento del nuovo materiale in Italia. Il relatore, l'ingegnere Giuseppe Vacchelli, dopo aver personalmente assistito ad alcune prove eseguite a Vienna nel 1892, raccoglie un ricco materiale in Europa e presso le società italiane operanti nel settore.

Nel 1900 lo stesso Vacchelli pubblica il primo manuale italiano sul cemento armato⁶⁸.

A cavallo del secolo in Italia il dibattito sul cemento armato è ormai al centro dell'attenzione e sulle riviste specializzate se ne parla diffusamente: i sistemi descritti nel dettaglio e i metodi di calcolo che, seppur approssimativi e spesso scorretti, sono argomento di animata discussione⁶⁹.

Contemporaneamente – a causa delle tante incertezze nel calcolo, del proliferare dei sistemi costruttivi difficilmente controllabili, della serie di crolli di edifici in costruzione – molti Paesi europei adottano provvedimenti cautelativi, non senza polemiche.

Il Ministero dei Lavori Pubblici francesi nel dicembre del 1900 istituisce una commissione speciale che avrebbe eseguito tutte le prove possibili sulle strutture dell'Esposizione di Parigi (1900) in corso di demolizione.

La grande quantità di opere a disposizione, di cui si conoscono nel dettaglio i progetti esecutivi, ha permesso di fare un numero di sperimentazioni tale da superare i limiti dell'iniziativa individuale⁷⁰. Da questi studi parte una nuova era del materiale, che si concluderà con la definizione di una normativa.

Anche in Italia il Ministero dei Lavori Pubblici approva un regolamento per la costruzione in cemento armato, mirato a garantire la sicurezza delle opere pubbliche.

La necessità di una normativa nazionale è sintomatica della diffusione del materiale, ormai impiegato nella costruzione di molte opere pubbliche e infrastrutturali: strade, ferrovie, gallerie, porti, canali, impianti idroelettrici, reti di acquedotti, fognature urbane, distribuzione del gas e dell'elettricità⁷¹.

Per le plurime possibilità di impiego del cemento armato l'Ispettorato Generale del Genio Militare si schiera a favore dell'uso di questo nuovo materiale in alcune opere militari e ne fissa norme da seguire.

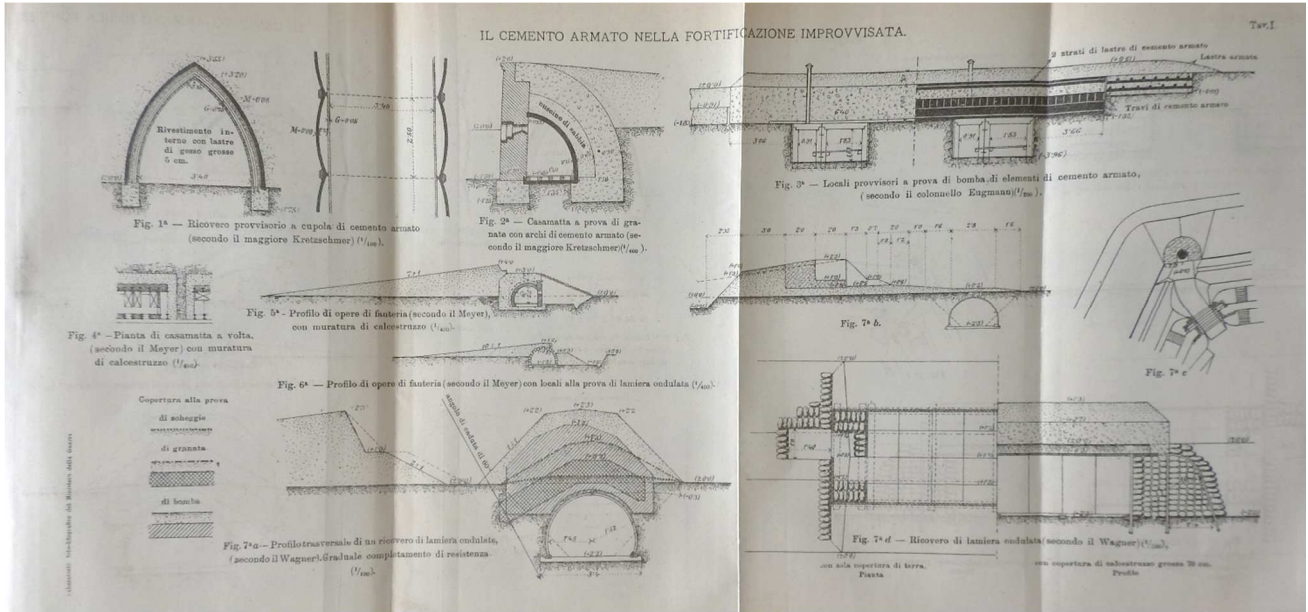
⁶⁸ G. Vacchelli, *Le costruzioni* ..., cit., I ed., Milano 1900.

⁶⁹ Gli unici contributi accertati sono lo studio di G. Figari della metà del 1898, nel quale il colonnello del Genio, dopo aver sintetizzato la scienza delle costruzioni utile per le sue dimostrazioni propone il calcolo di una trave a doppia armatura nel quale trascura completamente il contributo del calcestruzzo, riducendo l'equilibrio a quello fra le due armature, tesa e compressa. Si veda: G. Figari, *Studio sulla resistenza elastica delle costruzioni a base di cemento con ossatura metallica*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», 1898, pp. 5-47.

⁷⁰ G. Delhumeau, *Hennebique, les architectes et la concurrence*, in «Les cahiers de la recherche architecturale», 29, 1992, pp. 42-43.

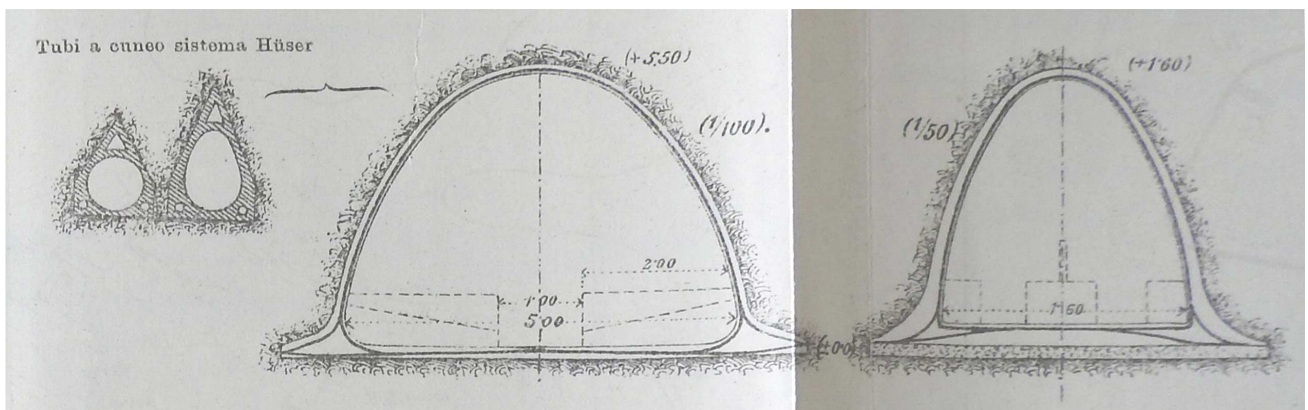
⁷¹ F. Turri, E. Zamperini, V. Cappelletti, *Sperimentazione e diffusione del calcestruzzo armato in Italia: il contributo del Genio Militare*, in *Concrete 2009. The Building Techniques. I International Congress. Technological development of concrete. Tradition, actualities, prospects*, a cura di Agostino Catalano, Camilla Sansone, Napoli 2009, p. 648.

Nel 1889 appare lo studio *Il sistema Monier nella sua applicazione alla fortificazione* del Kretschmer, maggiore del genio dell'esercito prussiano, in cui si propone di applicare il cemento armato alle forme di locali alla prova dello Schumann, che figurano nell'opera del barone von Leithner, *La fortificazione permanente secondo le fonti più recenti* (1893)⁷².



Tav. 14.

Una costruzione che prelude all'impiego di elementi di cemento armato, è quella rappresentata dalle figg. 1 e 2 della Tav. 14 dove sono messi in evidenza molteplici vantaggi delle costruzioni col sistema Monier, tanto nella fortificazione permanente quanto in quella provvisoria.



Tav. 15

⁷² E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, voll. I, II, tr. it. a cura di Enrico Rocchi, Roma 1895.

«Il possibile risparmio di spazio e di materiale, indicato negli esempi di cui alla della Tav. 15, dimostra l'applicabilità del sistema, nelle opere permanenti, ai ricoveri sotterranei e alle poterne, allo scarico dei muri, alle cannoniere, agli elevatori a vapore, ai depositi di munizioni, alle travature di ponti e agli impianti di drenaggio⁷³».

Il colonnello Engmann nel 1899 propone una copertura a prova di bomba formata di calcestruzzo sopra uno strato di travi di ferro o di rotaie di ferrovia posate direttamente sul suolo, con locali di ricovero ricavati contemporaneamente al di sotto, per mezzo di gallerie da mina.

La costruzione, di facile e pronta esecuzione, ha necessitato di una rilevante quantità di calcestruzzo (circa 3000 mc, per mettere al coperto 120 uomini).

Nella figura sopra citata si scorge come con l'impiego di travi di cemento armato e con l'interposizione di uno strato di sabbia tra queste e il calcestruzzo, si possa conseguire una notevole riduzione nelle dimensioni della copertura, in modo da rendere la proposta di pratica attuazione.

I progetti del colonnello russo Buinicki, nel 1902, noti per l'enorme quantità di lavoro e di materiale da impiegare – e perciò difficilmente attuabili in pratica – offrono pure preziosi punti per l'applicazione degli elementi di cemento armato in tutte le parti costituenti un'opera di fortificazione improvvisata.

Sono altresì da definirsi parimenti notevoli le proposte del capitano Meyer per locali alla prova con volte sottili di calcestruzzo, oppure con lamiera ondulata, rappresentate nelle figg. 4, 5 e 6 della Tav. 14.

«D'altra parte, l'ultima guerra di fortezza ha dimostrato la convenienza di equipaggiare le opere di fortificazioni con locali alla prova, che ne garantiscano la resistenza, nonostante la tempesta di proiettili d'artiglieria a cui possono essere esposte anche per intere giornate, e che permettano alla guarnigione di occorrere, nel momento opportuno, al parapetto, con i fucili e con i cannoni a tiro rapido, per opporsi alle colonne d'assalto⁷⁴».

In vista di ciò, per mettere al riparo la maggior possibile quantità di uomini per ogni mq di copertura, si è ritenuto necessario costruire «corpi di casematte in profondità a parecchi piani, e ridurre per quanto possibile le dimensioni delle murature interne.

Il cemento armato è destinato a conseguire entrambi gli scopi.

⁷³ *Il cemento armato nella fortificazione permanente*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1909, p. 459.

⁷⁴ *Ibidem*, p. 456.

Numerosi esempi di costruzioni, effettuate in questi ultimi anni, dimostrano la possibilità di sviluppare, a 20 e più metri sotto terra, edifici la cui stabilità è assicurata soltanto dall'intimo collegamento interno, in ogni direzione, per mezzo di membrature di cemento armato»⁷⁵.

I corpi di casamatta di cemento armato possono essere costruiti in elevazione oppure interrati.

«Le figg. 9 e 10 indicano schematicamente l'organizzazione di un corpo di casamatta completamente interrato e ripartito in parecchi cassoni di fondazione, tanto in senso orizzontale, quanto in senso verticale.

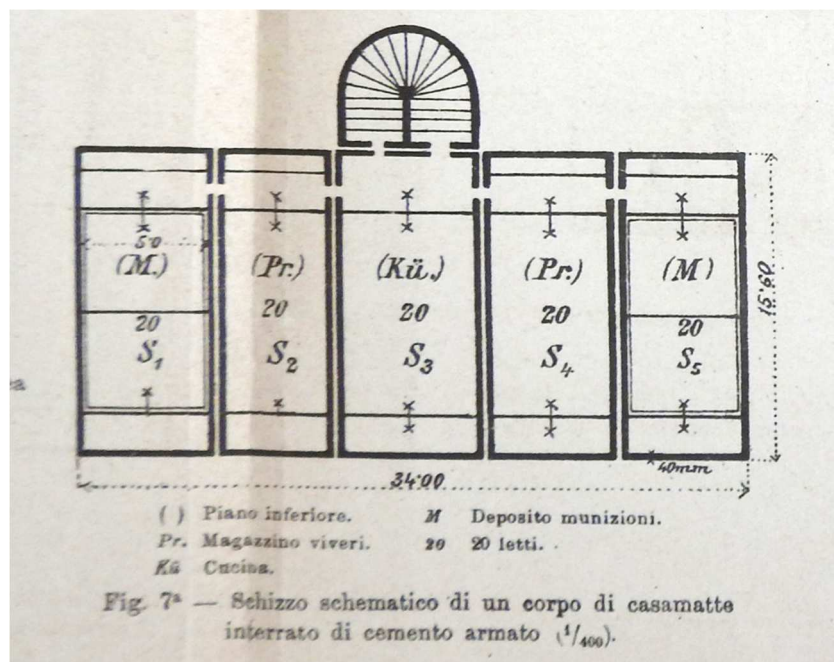


Figura 9.

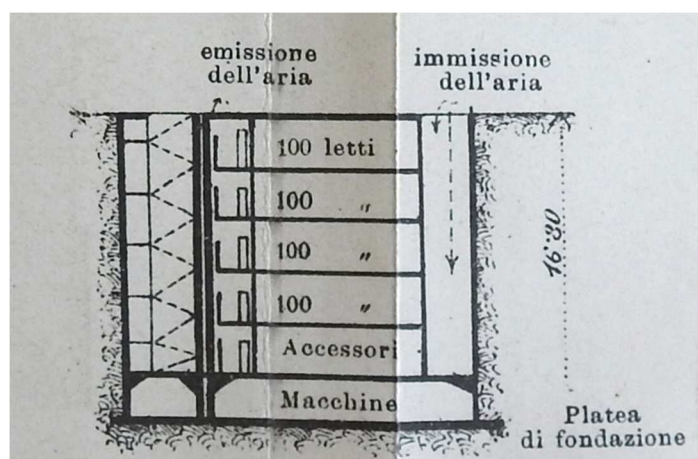


Figura 10.

⁷⁵ Ivi.

Fra le casematte e le pareti longitudinali esterne, sono intercalati i pozzi di ventilazione per tutta l'altezza dell'edificio, grazie ai quali si attiva artificialmente la circolazione dell'aria in caso di bisogno.

Una gabbia di scale indipendente, addossata alla parte centrale dell'edificio, serve per il traffico.

Tutto il corpo di casematte è calcolato in modo da soddisfare soltanto le esigenze statiche, anche dove siano da prevedersi le maggiori scosse.

Superiormente si ha ancora uno spazio coperto, utilizzabile per il ricovero d'attesa il quale si estende per tutta la pianta dell'edificio ed è a prova di bomba (fig. 11).

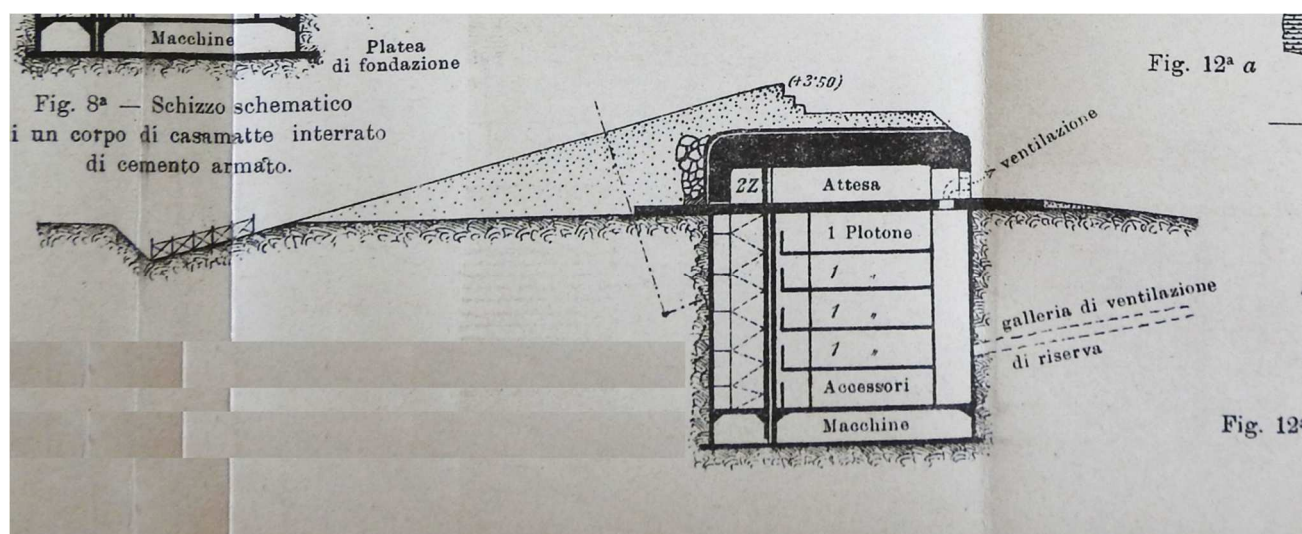


Figura 11.

In un corpo di casematta così organizzato possono essere ricoverate due compagnie, di cui 1/3 nel piano d'attesa e 2/3 nei piani sottostanti (alloggiati come in caserma e non sopra letti da campo).

Per ogni uomo di guarnigione spetta orientativamente 1 mq di copertura a prova di bomba, a differenza dei 4 o 5 m² dei più recenti corpi di casematte⁷⁶.

Fra i precursori dell'impiego del cemento armato nella fortificazione emerge indirettamente il colonnello Wagner, autore di una pubblicazione sulla fortificazione provvisoria che nelle sfere militari viene accolta con il massimo favore, ed è proprio ad una pubblicazione risalente al 1897 dello stesso Wagner che lo Stettner dichiara di essersi ispirato⁷⁷.

Siamo in un frangente le esperienze di tiro contro opere in cemento armato non sono numerose, ciononostante le poche eseguite hanno dato risultati tali da non lasciare dubbi sulla convenienza di

⁷⁶ *Il cemento armato nella fortificazione permanente*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, Roma 1909, p. 457.

⁷⁷ *Il cemento armato nella fortificazione improvvisata*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, Roma 1908, p. 495.

adottare elementi in cemento armato che garantisce contemporaneamente una maggior garanzia di resistenza e un notevole risparmio di materiale.

Altra cosa importante da garantire nelle opere di fortificazione è una distribuzione più razionale del ferro entro il calcestruzzo, così da ridurre notevolmente le dimensioni delle opere ed aumentare, in pari tempo, la loro resistenza agli effetti d'urto e di scoppio degli odierni potenti proietti d'artiglieria.

2.1.5. Il contributo degli ingegneri militari all'impiego del c.a. nella fortificazione permanente.

L'ingegneria militare, come fa notare anche l'ing. Marzocchi⁷⁸ è stata la prima ad intuire i vantaggi delle strutture realizzate in cemento armato, non solo per l'edificato civile ma anche per quello militare. Insieme ai primi approcci del cemento armato nelle fortificazioni, iniziano gli studi ingegneristici per determinare in maniera sempre più razionale e scientifica, metodi di calcolo per determinarne la resistenza.

La «Rivista di Artiglieria e Genio» nel 1898 pubblica uno dei primi contributi italiani in materia di calcestruzzo armato e fortificazioni a cura del tenente colonnello Girolamo Figari⁷⁹, in cui sostiene che dal punto di vista della resistenza elastica del cemento armato o del calcestruzzo di cemento armato⁸⁰:

«1) Il legame tra le varie parti, dell'ossatura in ferro, è assicurato dalla sola azione del materiale cementizio e specialmente dalla forte aderenza del cemento al ferro; 2) per membrature soggette a flessione, se la dimensione minore è nel senso della flessione (caso di coperture piane) sarà da impiegarsi una sola armatura posta inferiormente (figg. 12, 13); 3) per lastre o coperture piane appoggiate al perimetro occorreranno due armature sovrapposte e poco distanziate fra loro nella parte soggetta a trazione, con le sbarre di ferro di uno strato perpendicolari a quelle dell'altro [...] (fig. 14); 4) per una copertura piana sopra una serie di appoggi o di piedritti, fra loro paralleli, occorrono due armature analoghe a quelle di figg. 15 e 16; 5) lungo le sbarre dell'ossatura, soggette a trazione, il materiale cementizio tende a separarsi in tronchi regolari con piani normali alle sbarre stesse, mediante lesioni capillari tendenti a prolungarsi fino all'asse neutro di flessione senza recare nessun pregiudizio alla resistenza elastica della membratura (fig. 17); 6) Per membrature di dimensioni alquanto limitate nel senso della lunghezza, delle sbarre di ferro, l'estremità di questo deve essere convenientemente assicurata per evitare lo scorrimento delle stesse sbarre entro il materiale cementizio (fig. 16); 7) La sezione più conveniente per le sbarre dell'ossatura è quella circolare, mentre quella che presenta rientramenti (ferri a L, T, ecc.) parrebbe meno opportuna perché rende difficile la regolare immissione

⁷⁸ C. Marzocchi, *Solai a travicelli di cemento armato soffittati in piano*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1908, pp.

⁷⁹ G. Figari, *Studio sulla resistenza elastica delle costruzioni a base di cemento con ossatura metallica*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1898, pp. 5-47.

⁸⁰ Si indicherà sovente con il nome di *cemento armato* quello nel quale il materiale cemento, associato al ferro è costituito da cemento e sabbia. Nel caso di *calcestruzzo di cemento armato* quello nel quale il materiale cementizio più vicino alle sbarre di ferro dell'ossatura sia analogo al precedente di cemento e sabbia, mentre nelle altre parti sia di calcestruzzo di cemento (1 di cemento, 2 di sabbia e 4 di pietrisco o ghiaia).

del cemento nei rientramenti, e perché tende ad avvicinare una buona parte del metallo all'asse neutro, diminuendone il concorso nella resistenza a flessione»⁸¹.

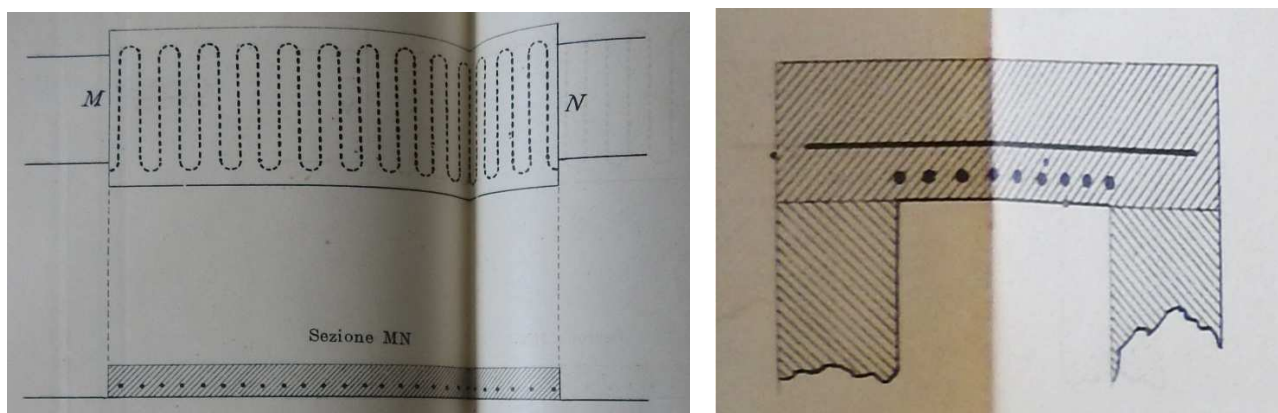


Figura 13; Figura 14.

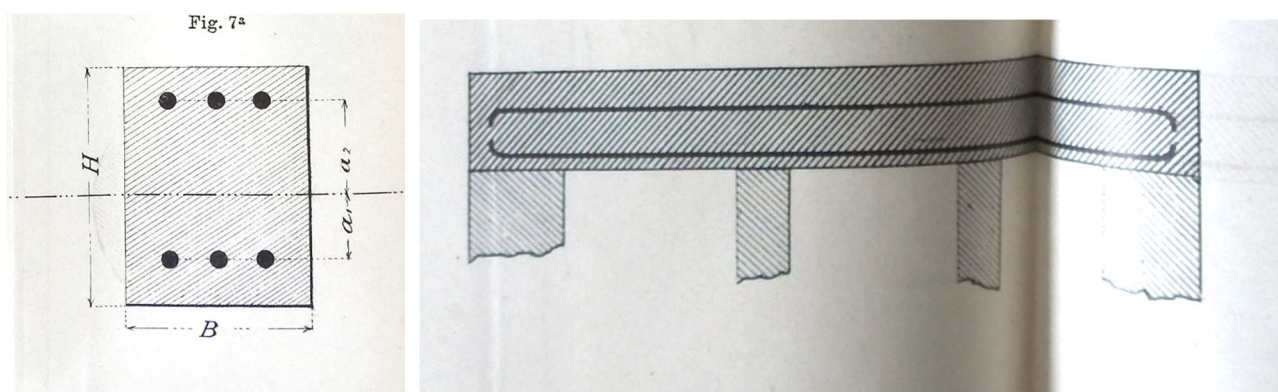


Figura 15; Figura 16.

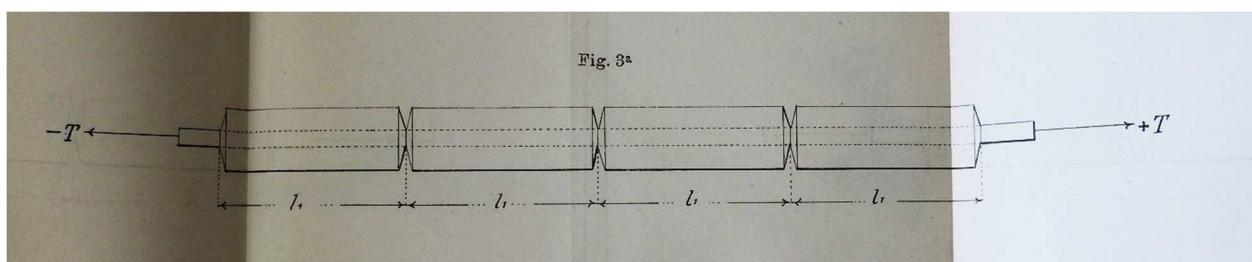


Figura 17.

Nonostante l'adozione della granata torpedine abbia imposto, nelle fortificazioni, l'impiego su vasta scala del calcestruzzo di cemento di grandi spessori per muri e volte⁸², la ricerca italiana nel settore

⁸¹ G. Figari, *Studio sulla resistenza elastica delle costruzioni a base di cemento con ossatura metallica*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1898, pp. 46-47.

⁸² Si indicherà sovente con il nome di *cemento armato* quello nel quale il materiale cemento, associato al ferro è costituito da cemento e sabbia. Nel caso di *calcestruzzo di cemento armato* quello nel quale il materiale cementizio più vicino alle sbarre di ferro dell'ossatura sia analogo al precedente di cemento e sabbia, mentre nelle altre parti sia di calcestruzzo di cemento (1 di cemento, 2 di sabbia e 4 di pietrisco o ghiaia).

delle fortificazioni ai primi del Novecento palesa un certo scetticismo di fronte all'impiego del calcestruzzo armato.

«Finora questo materiale venne sottoposto a svariate esperienze di resistenza, che hanno soddisfatto l'ingegnere civile e l'architetto. Si può ammettere che un corpo, il quale offre una grande resistenza al carico, possa pure offrire considerevole resistenza all'urto di un proietto [...], ma dati sicuri, quali occorrono all'ingegnere militare, intorno a questa resistenza, non possono essere forniti che da prove di tiro, da esperimenti di rottura per mezzo di esplosivi. Esperienze di resistenza sono state fatte in Germania fin da parecchi anni fa [...] ma non se ne conoscono ancora i risultati [...]»⁸³.

«Questo genere di costruzioni in calcestruzzo armato sistema Monier non era stato ancora interamente provato ai lavori che danno luogo ad altri sforzi oltre a quelli statici. Noi però riteniamo soltanto che l'introduzione del ferro nel calcestruzzo di cemento non possa avere altro risultato utile al di fuori di quello di aumentare la resistenza del calcestruzzo a trazione, e che riguardo alla resistenza a compressione, specialmente allo schiacciamento derivante dall'urto e dallo scoppio, questa introduzione di ferro non può che diminuire tale resistenza, a causa dell'ostacolo che essa reca nell'intima unione dei materiali, sabbia, cemento e ghiaia»⁸⁴.

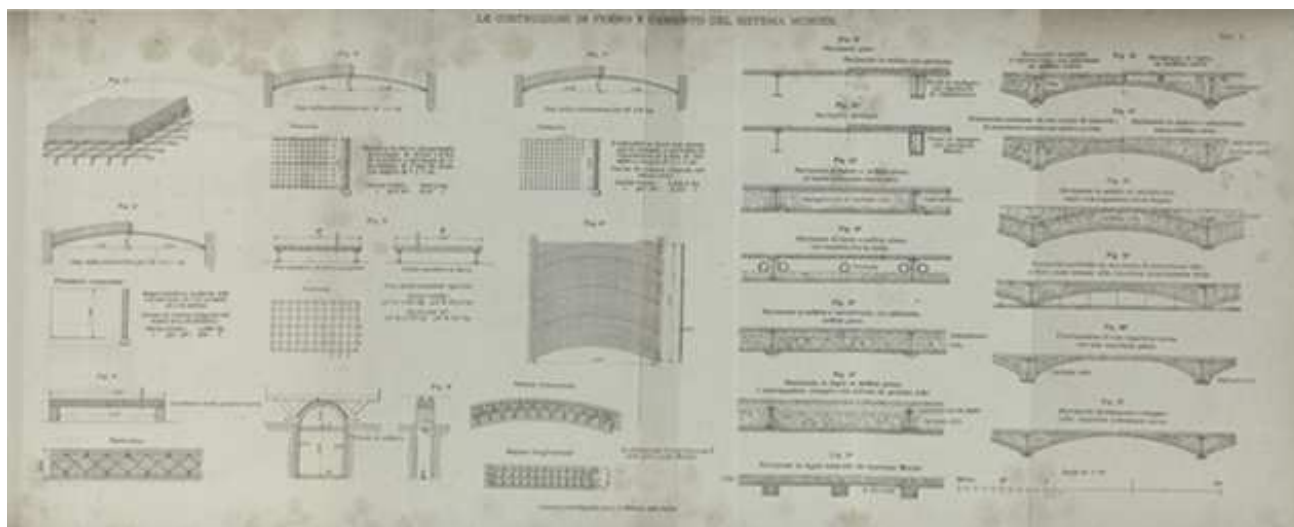


Figura 18.

⁸³ F. Passetti, *Costruzioni in cemento armato*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, Roma 1899, p. 274.

⁸⁴ *Inconvenienti dell'impiego del cemento armato nelle opere di fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1901, p. 252.

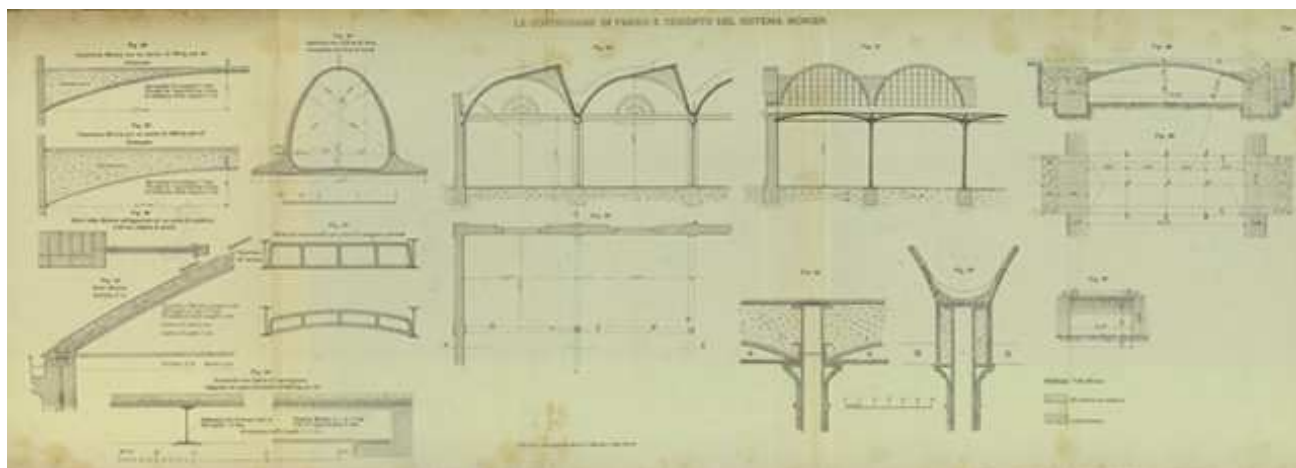


Figura 19.

Una posizione che oggi sappiamo inesatta e che sottolinea le incertezze che all'epoca circolano sulle conoscenze del calcestruzzo armato.

È indubbio che la grande resistenza del calcestruzzo di cemento all'urto di potenti proiettili e allo scoppio di grosse cariche di esplosivo dipende non tanto dalla capacità del calcestruzzo a resistere a forti azioni statiche, quanto dalla sua particolare capacità di sviluppare un grande lavoro elastico resistente che assorbe per la massima parte la forza viva dell'urto e dello scoppio lasciando che, in minima parte, questa forza viva si risolva in danni circoscritti.

Ma il merito di avere intrapreso per primo studi rivolti a cercare razionali procedimenti di calcolo per determinare la stabilità delle nuove strutture, spetta al generale Crescentino Caveglia, comandante del genio di Roma; questi, a partire dal 1900 pubblica una serie di relazioni sul comportamento delle strutture in c.a.⁸⁵ facendo tesoro dei dati sperimentali raccolti e, assieme all'ing. Considère, giunto dalla Francia solo per poter seguire dette sperimentazioni, ne completa lo studio sulla resistenza⁸⁶.

⁸⁵ C. Caveglia, *Sulla teoria delle travi e dei lastroni in C.A. caricati dai pesi*, Roma 1900; ID., *Carichi di prova da adattarsi a saette d'inflessione ammissibile per i solai in Cemento Armato*, Roma 1903; ID., *Solai in C.A.: Ricerca delle composizioni più economiche*, Roma 1903; ID., *Solai in Cemento armato composti di elementi tubolari*, Roma 1906; ID., *Piattaforma in C.A. per fondazioni*, Roma 1906.

⁸⁶ «Sulla base degli esperimenti di Considère, Caveglia considera le deformazioni limite di rottura e le resistenze unitarie del calcestruzzo, a trazione e a compressione, differenti e superiori in presenza di armatura rispetto alle parti non armate. Nella sua teoria considera anche il contributo del calcestruzzo a trazione, imponendo di contenere le deformazioni al lembo teso entro il limite di rottura del conglomerato. Questo lo porta a rinunciare a gran parte della resistenza espressa dalle barre di armature tese, spingendolo a preferire l'impiego di armature in ferro (acciaio dolce), piuttosto che quelle in acciaio. Nel calcolo della resistenza della sezione il comportamento dell'acciaio viene considerato elastico lineare; per il calcestruzzo si fa invece ricorso a un grafico non lineare e alle tabelle relative ai valori di sforzo, deformazione e modulo elastico secante; a favore della sicurezza il modulo elastico secante, calcolato per il calcestruzzo più sollecitato a compressione (o a trazione), si estende a tutto il calcestruzzo con tensioni dello stesso segno». Cit. da F. Turri, E. Zamperini, V. Cappelletti, *Sperimentazione e diffusione del calcestruzzo armato in Italia: il contributo del Genio Militare*, in *Concrete 2009. The Building Techniques. I International Congress. Technological development of concrete. Tradition, actualities, prospects*, a cura di Agostino Catalano, Camilla Sansone, Napoli 2009, p. 651.

Il metodo di calcolo proposto da Caveglia, cui fanno poi riferimento le prescrizioni per l'impiego del cemento armato nelle opere militari emanate dall'Ispettorato delle Costruzioni del Genio, paragonato al sistema Hennebique, porta a un significativo risparmio di armatura e di calcestruzzo, e quindi di peso proprio⁸⁷.

La progressiva diffusione del cemento armato, non accompagnato da principi fisici inoppugnabili, crea preoccupazioni comprensibili nelle amministrazioni pubbliche e nel mondo accademico. L'incertezza del calcolo, ma soprattutto l'imprudenza di imprenditori poco esperti e senza scrupoli che, mirando a liberarsi dei vincoli delle privative, modificano la disposizione e la quantità delle armature, speculando sul confezionamento del calcestruzzo, spingono i responsabili della sicurezza pubblica a misure cautelative⁸⁸. Al riguardo, l'Associazione italiana per gli studi sui materiali di costruzione promuove sin da subito l'elaborazione di una normativa per l'impiego del cemento armato che, approvata a Perugia nel congresso del 1906, è recepita con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici (1907)⁸⁹;

⁸⁷ C. Marzocchi, *Le applicazioni del cemento armato fatte dal Genio militare. Solai di travi tubolari; estensione ai medesimi della teoria del generale Caveglia*, in «Giornale del Genio Civile», vol. 45, Roma 1907, pp. 361-386; pp. 637 – 666.

⁸⁸ I numerosi crolli di manufatti di cemento armato in costruzioni contribuiscono non poco al rafforzarsi della convenzione della necessità di un regolamento. A suscitare definitive prese di posizione in favore di prescrizioni normative sopraggiunge, nell'aprile del 1905, il crollo – durante l'interramento – della copertura di un serbatoio a Madrid, causando 30 morti e 28 feriti gravi tra gli operai. Cfr.: *Circa la caduta della copertura di cemento armato del grande serbatoio d'acqua di Madrid*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», III, 1907, pp. 329-333. Le prime proposte italiane di regolamentazione alle costruzioni cemento armato vengono sostenute dall'amministrazione comunale di Torino e portano la firma di Guidi. Anche Canevazzi si fa promotore, nel 1904, di un regolamento per le province di Ferrara e Ravenna, a testimonianza che il problema si sente fortemente, in Italia come all'estero. «Un ruolo fondamentale nell'elaborazione di una normativa nazionale viene assunto dall'Associazione italiana per gli studi sui materiali da costruzione (C. Guidi, *L'associazione italiana per gli studi sui materiali da costruzione 1903-1937*, Roma 1940), fondata nel 1930 Jacopo Benetti, direttore della Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Bologna (Benetti fu presidente dell'Associazione fino al 1910; nel 1911 gli succedette Camillo Guidi). Nella riunione tenutasi a Pisa nel 1905 si decide di affidare ad una commissione, composta da Canevazzi, Guidi e Muggia, lo studio di prescrizioni per l'esecuzione delle opere in cemento armato (nella commissione figurano anche i professori L. V. Rossi, A. Sayno e gli ingegneri M. Perilli e C. Segrè, e in seguito G. Bellotti, E. Isè e G. Revere), le cui proposte vengono approvate durante la riunione di Perugia del 1906» (Cfr.: T. Iori, *Il cemento armato in Italia dalle origini alla Seconda guerra mondiale*, Roma 2001, pp. 66-67). «Le prescrizioni suggerite dall'Associazione per gli studi sui materiali da parte del Ministero dei Lavori Pubblici riguardano comunque più dettaglio le qualità dei materiali e le modalità esecutive: vengono per esempio imposte norme rigide sul confezionamento degli impasti, sui casseri per il getto, sui tempi del disarmo. In particolare l'art. 12 quando prescrive che «il conglomerato verrà messo in opera, subito dopo eseguito l'impasto, a strati di piccole altezze, ben battuti con pestelli di appropriata forma e peso, fino a che l'acqua affiori in superficie», fa capire che il getto veniva confezionato con la consistenza di «terra bagnata». Per le armature si dovevano impiegare ferro colato od omogeneo, ma era ammesso anche ferro agglomerato o saldato. Nessuna opera di cemento armato poteva entrare in servizio prima del collaudo, regolamentato relativamente ai tempi e modi di esecuzione, ai carichi di applicare alle deformazioni ammissibile» (Cfr.: T. Iori, *Il cemento armato in Italia dalle origini alla Seconda guerra mondiale*, Roma 2001, p. 68). In merito ai tipi di calcoli, essi dovevano seguire la teoria ordinaria della scienza delle costruzioni per quanto riguarda la determinazione delle sollecitazioni. Nel caso di sistemi iperstatici, allo scopo di calcolare le reazioni vincolari, gli enti geometrici delle sezioni trasversali venivano stabiliti supponendo che il modulo di elasticità del ferro fosse pari a 10 volte quello del conglomerato. Per le tensioni interne dovute alla flessione, prescindendo dalla resistenza a trazione del conglomerato, l'asse neutro e la distribuzione delle tensioni erano determinate in base al principio di conservazione delle sezioni piane». Cfr.: *Prescrizioni normali per l'esecuzione delle opere di cemento armato*, Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici, 10 gennaio 1907, bollettino n. 5, pubblicata sulla G.U. del Regno del 2 febbraio 1907).

⁸⁹ *Prescrizioni normali per l'esecuzione delle opere di cemento armato*, Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici, 10 gennaio 1907, bollettino n. 5, pubblicata sulla G.U. del Regno del 2 febbraio 1907.

tali norme del 1907 rimangono in vigore per più di quindici anni e solo nell'aprile del 1922 ne verranno proposte di nuove, successivamente convertite in legge nel 1925⁹⁰.

Nel 1908 il tenente colonnello Emilio Marrullier propone un nuovo metodo di calcolo⁹¹, pubblicato nella dispensa sulla teoria del calcestruzzo armato per la Scuola di Applicazione di Artiglieria e Genio, poi confluita nella *Guida pratica per la costruzione degli edifici*⁹². Qui, Marrullier presenta numerosi esempi di applicazioni del calcestruzzo armato nonché diversi aspetti del calcolo strutturale, del confezionamento e messa in opera del calcestruzzo armato.

⁹⁰ Questa normativa, in linea con quella francese dell'anno precedente, determina un valore fisso per il modulo elastico del calcestruzzo, indipendentemente dalla composizione, stabilendo di non tener conto della sua resistenza a trazione.

«Il problema di una normativa specifica per i cementi armati è già stato affrontato ampiamente anche in altri Paesi europei (la prima nazione ad emanare delle prescrizioni governative sul tema è stata l'Austria nel 1897). Si notano però due opposte tendenze: una che mira a disciplinare rigidamente, anche con misure di polizia, l'opera dei progettisti dei costruttori e l'altra, più tollerante, che concede ampie libertà di sperimentazione, limitando la supervisione dell'autorità. Interprete del primo orientamento si fa la Germania che, nel 1907, dopo una prima versione provvisoria del 1904, emana un regolamento molto severo. Il controllo attento delle autorità riguarda sia la fase progettuale che il cantiere. I calcoli statici devono cioè seguire il metodo incluso nella normativa stessa (*Regolamento del Ministero Prussiano dei Lavori Pubblici per l'esecuzione di strutture in cemento armato in data 24 maggio 1907*, in E. Mörsch, *Teoria e pratica del cemento armato, con ricerche ed esempi costruttivi della Wayss & Freytag A. G., e della Soc. An. Ital. Ferrobeton*, Milano 1910, pp. 354 – 385). Di tutt'altro genere le *instructions* emanate dalla Francia nell'ottobre del 1906 (*Disposizioni in vigore e metodi in uso del genio militare francese per il calcolo delle costruzioni in cemento armato*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», 1904, p. 413). In queste si fissano solo principi fondamentali, lasciando però totale libertà su molti punti e in particolare sulla scelta del metodo di calcolo. L'obiettivo è quello di non ostacolare il progresso tecnico del cemento armato, specialmente riguardo le problematiche non ancora chiarite teoricamente. Anche la Svizzera, nel 1903, propone un regolamento provvisorio, sostituito nel 1909, che prevede tensioni ammissibili per i materiali tra le più alte d'Europa: per il ferro 1500 Kg/cm² e per il conglomerato 70 Kg/cm² (Si veda: *Nuove Norme per le costruzioni in cemento armato compilate dalla Commissione Svizzera del Cemento Armato*, in «Il cemento», 20, 1909, p. 309; 22, 1909, p. 337; *Le nuove norme inglesi sulle costruzioni in cemento armato*, ivi, 1911, p. 349). La normativa italiana si inserisce in questo panorama con un atteggiamento intermedio: viste le polemiche, non si osano imporre regole di calcolo inadeguate, ma contemporaneamente non si azzarda la riduzione degli alti coefficienti di sicurezza, dati i pochi controlli sulla produzione del ferro e del cemento». Cfr.: T. Iori, *Il cemento armato in Italia dalle origini alla Seconda guerra mondiale*, Roma 2001, p. 70.

⁹¹ E. Marrullier, *Architettura. Appendice della parte III*, Scuola d'Applicazione d'Artiglieria e Genio, Torino 1908.

⁹² E. Marrullier, *Guida pratica per la costruzione degli edifici con speciale riguardo al cemento armato*, Torino 1911.

Referenze iconografiche

Figura 1. Effetti dell'esplosione su volta "a prova" della piazza di Palmanova prodotti da proietti da 15 carichi di polvere e da cilindri dello stesso calibro carichi di fulmicotone.

(RAG 1884, vol. III, tav. 6)

Tavv. 1-6. Disposizione generale delle casamatte sperimentate a Bourgers, e diagrammi dei colpi tirati. (da E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, voll. I, tr. it. a cura di Enrico Rocchi, Roma 1895.

Tavv. 7-11. Disposizione generale delle casamatte sperimentate a Schoorl, e diagrammi dei colpi tirati. (da E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, voll. I, tr. it. a cura di Enrico Rocchi, Roma 1895.

Tavv. 12-13. *Esperienze sui calcestruzzi* (da Brialmont 1888)

Figura 2. Esempio di Forte Mougin. (da Zanotti 1890, tav. XXXIV)

Figura 3. Copertura alla prova a volta (da Guidetti 1913, tav. XIII, fig. 1)

Figura 4. Copertura con armatura di ferro piane (da Guidetti 1913, tav. XIII, fig. 2)

Figura 5. Copertura con armatura di ferro ogivali (da Guidetti 1913, tav. XIII, fig. 3)

Figura 6. Copertura di cemento armato a solaio con nervature (da Guidetti 1913, tav. XIII, fig. 5)

Figura 7. Locale alla prova di calcestruzzo (da Guidetti 1913, tav. XIII, fig. 14)

Figura 8. Copertura di c.a. a volta: A tipo tedesco; B tipo francese.

(da Guidetti 1913, tav. XIII, fig. 4)

Tav. 14. Il cemento armato nella fortificazione improvvisata. (da Stettner 1908, vol. IV)

Tav. 15. Gruppo di fortificazioni completato con opere improvvisate di c.a. secondo gli esempi proposti (da Stettner 1908, vol. IV)

Figura 9 e figura 10. Schizzo schematico di un corpo di casamatte in cemento armato completamente interrato e ripartito in parecchi cassoni, sia in senso orizzontale che verticale (da Stettner 1908, vol. IV)

Figura 11. Da notare lo spazio coperto, utilizzabile per il ricovero d'attesa il quale si estende per tutta la pianta dell'edificio ed è a prova di bomba (da Stettner 1908, vol. IV)

Figure. 12, 13, 14, 15, 16, 17. *Studio sulla resistenza elastica delle costruzioni a base di cemento con ossatura metallica* (da Figari 1898, vol. IV)

Figure. 18, 19. *Le costruzioni in Ferro e Cemento del sistema Monier* (da Monier 1890, vol. IV)

2.2. La questione del “ferro nella fortificazione”

Il problema di assicurare la protezione delle bocche da fuoco delle opere senza limitare troppo a loro azione ha richiamato in tutti i tempi gli studi degli ingegneri militari, talché, sul finire del XV secolo, sono già in uso le costruzioni casamattate che occupano una parte importantissima nello sviluppo degli ordinamenti difensivi, diventando oggetto di continui miglioramenti nelle successive epoche, così tenerle al passo dei continui progressi delle artiglierie.

Al riguardo meritano di essere ricordati quelli proposti dalla Haxo (casematte a parete frontale diminuita, gemelle, a scudo murario) dal Carnot e dal Dufour (casematte per mortai)¹ (fig. 1); oppure si veda fig. 2.

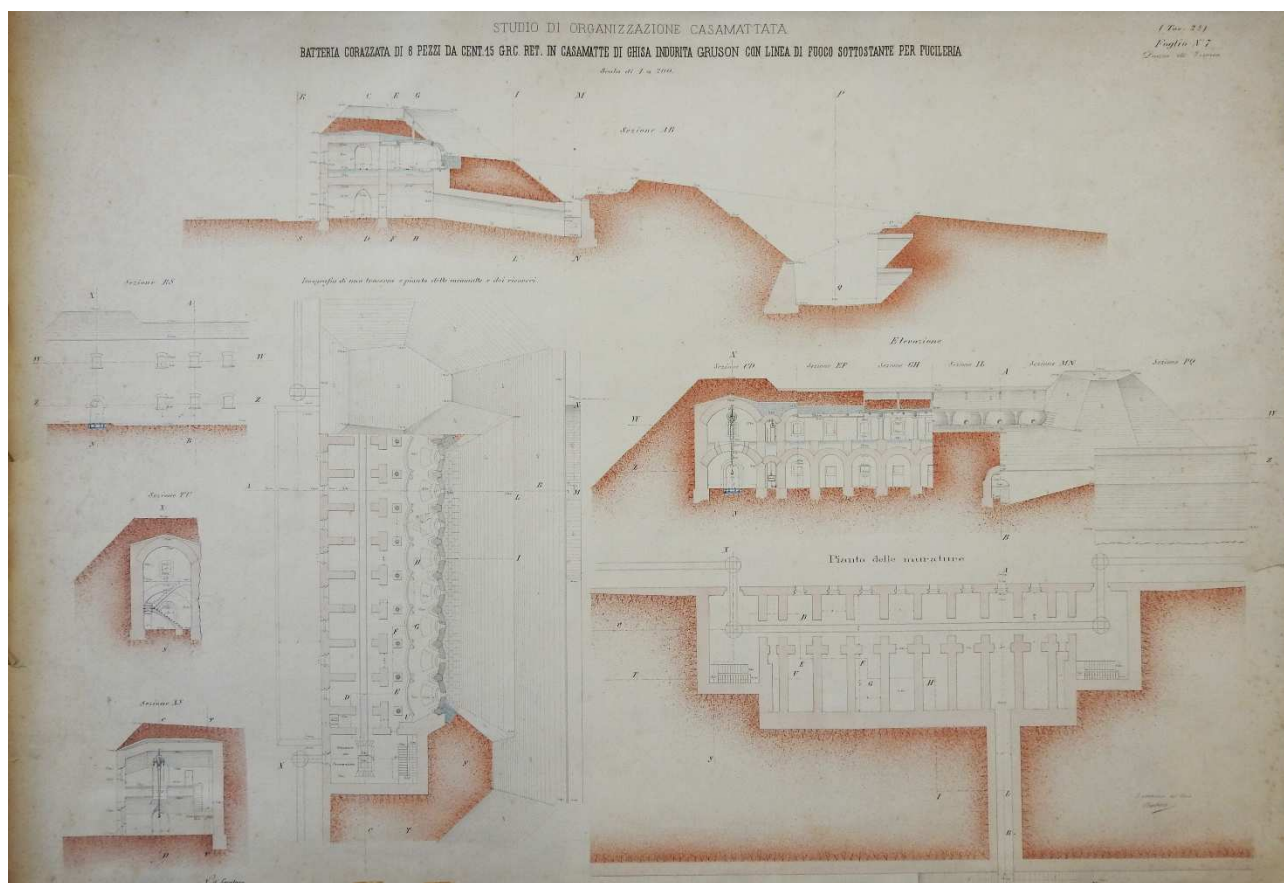


Figura 1.

¹ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 135.

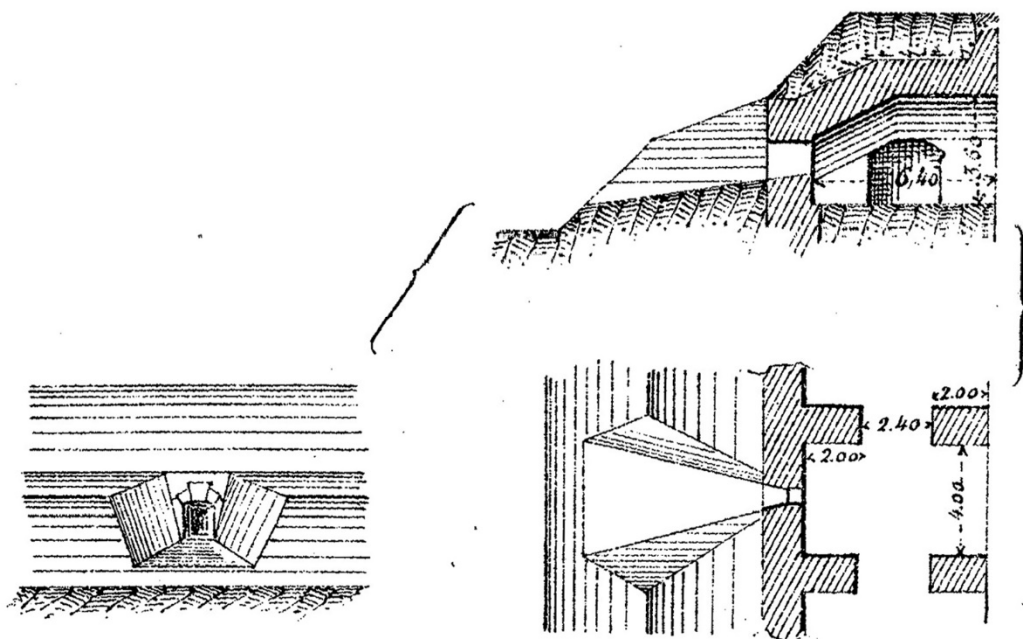


Figura 2.

Tuttavia gli inconvenienti sopraggiunti in relazione all'uso delle casematte sono diversi, ma soprattutto riguardano la facilità con cui vengono invase dal fumo, la ristrettezza dello spazio, l'inconveniente prodotto dalle cannoniere svasate che indirizzano i proiettili colpendo le guance verso l'interno. A questi si aggiunge la frequenza con cui le murature crollano sotto il martellamento ripetuto dei tiri precisi eseguiti dalle artiglierie rigate.

A lungo si è cercata una valida alternativa, che alla fine si trova facendo ricorso ad un nuovo materiale di costruzione con un maggior grado di resistenza intrinseca, e cioè il ferro.

A prevedere l'impiego delle corazze nel senso moderno è stato il generale Paixhans dell'artiglieria francese che, sul principio del secolo XIX, propone l'impiego di torri rinforzate con il ferro per occupare fortemente alcuni punti esterni alle piazze, con poche artiglierie.

Le prime, eseguite in Inghilterra nel 1827, si distinguono per lo scopo di rinforzare la parete frontale della casamatta di muratura, grazie alla sperimentazione di sbarre di ferro e piastre di ghisa – e successivamente di ferro e di acciaio laminato e fucinato – applicate alle murature.

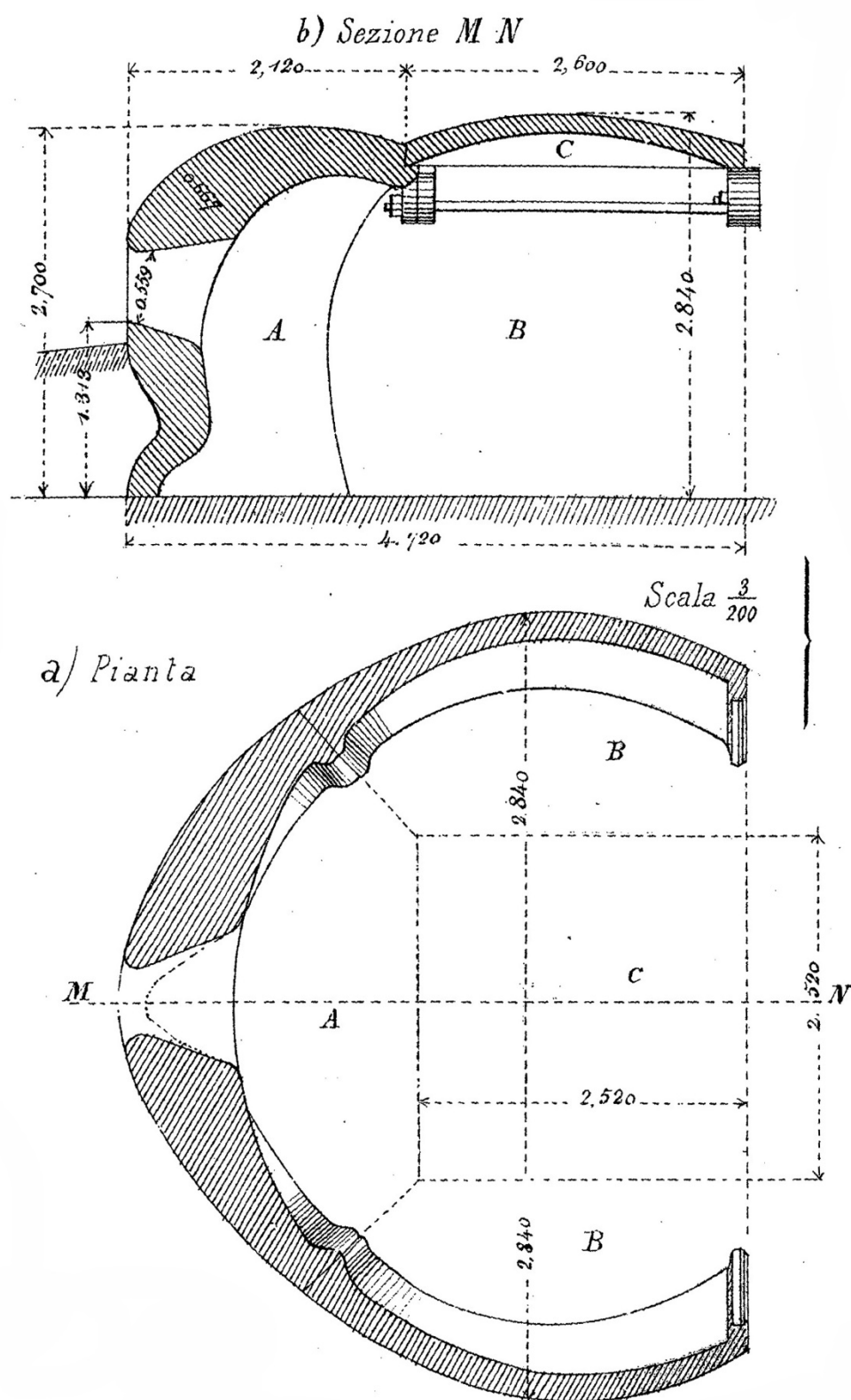


Figura 3.

2.2.1. Le casematte metalliche. Cenni storici

Le casematte hanno attraversato un'evoluzione dovuta ai progressi della tecnica e soprattutto alle nuove vedute tattiche.

Nel 1860 Cavalli ha fatto costruire una batteria coperta metallica all'assedio di Gaeta (batteria Atratina).

Gruson per primo tenta la costruzione di casematte fisse totalmente metalliche, presentandone un tipo a Parigi nel 1867. Di pianta ellittica (fig. 3) e composta di una parte periferica e del cielo, è armata di un solo cannone da cm 21.

La parte periferica è costituita da tre piastre: una frontale A, con la cannoniera e una rientranza sottostante per contenere il perno del sott'affusto, e due laterali B. Le tre piastre sono a semplice contatto fra di loro e lasciano sulla loro sommità un vano quadrato coperto dalla piastra del cielo C. Lo spessore della parete frontale, massima in corrispondenza della cannoniera, va gradatamente diminuendo verso la periferia.

Questa casamatta, sottoposta a numerose esperienze di tiro nel poligono di Tegel (BE) dal 1869 al 1871, ha dato ottimi risultati al punto che il governo prussiano decide di utilizzarla in parecchie fortificazioni sulle coste del Baltico.

Tale casamatta è però isolata. Per riunirne parecchie in modo da formare una batteria corazzata, Gruson addotta la disposizione di cui alla fig. 4.

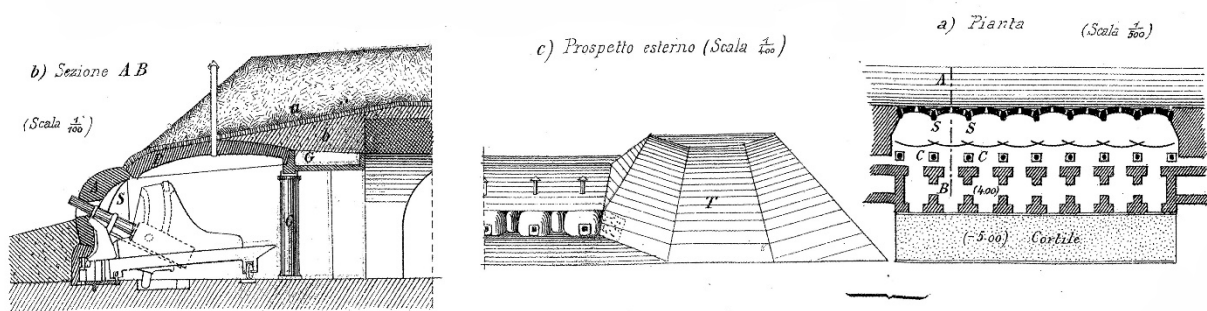


Figura 4.

«Ciascuna casamatta ha la parete frontale costituita da due scudi A simmetrici (piastre-cannoniera), i quali combaciano secondo il piano verticale che passa per l'asse della cannoniera, e dai due speroni S (piastre-pilastri) che servono d'appoggio laterale agli scudi anzidetti e a quelli delle casematte attigue. Scudi e speroni sono portati da un basamento di granito, interrotto soltanto sotto alla cannoniera, dove si ha uno zoccolo di ghisa (piastra perno) munito di un perno per il sotto-affusto. Le superfici curve che limitano esternamente ed internamente gli scudi, sono tali da renderne massimo lo spessore in

corrispondenza della cannoniera (mm 600) e minore verso gli speroni, verso il basamento e la sommità (mm 450). I cannoni sono incavalcati su affusti speciali Gruson a cannoniera minima per cui il pericolo di imbocco non è soppresso, ma è ridotto a minime porzioni. Il cielo della casamatta è formato da piastre P, di pianta rettangolare, con spessore decrescente dall'estremità anteriore alla posteriore, da mm 300 a 200. Una delle piastre del succielo corrisponde all'asse della casamatta, e si appoggia, come le altre due, su un apposito incavo praticato alla sommità delle piastre-cannoniera. Il collegamento fra i diversi elementi della casamatta è fatto con perni d'acciaio e colata di zinco fuso. La parte inferiore della parete frontale, sotto le piastre-cannoniera, è protetta da un parapetto di calcestruzzo spesso da 5 a 6 m. Il basamento di pietra che sorregge la parete frontale è portato da un muro di fondazione, che serve inoltre a limitare i locali ricavati generalmente sotto la batteria come riserve munizioni. Le estremità della batteria sono limitate da due muri che la dividono dai locali attigui o dalle masse di terra che la proteggono sui fianchi. Verso la gola vi è una fila di colonne C – una per ogni sperone della parete frontale – a sostegno degli ampi architravi di ghisa G: uno per casamatta, i quali dalla parte opposta sono portati da una serie di pilastri di muratura, che dividono la batteria da un corridoio di disimpegno fra tutte le casematte. ... La copertura della casamatta è poi completata con uno strato di calcestruzzo 'b', sul quale è distesa una cappa di asfalto 'a', coperta a sua volta da uno strato di terra, spesso m 0,80-1,50»².

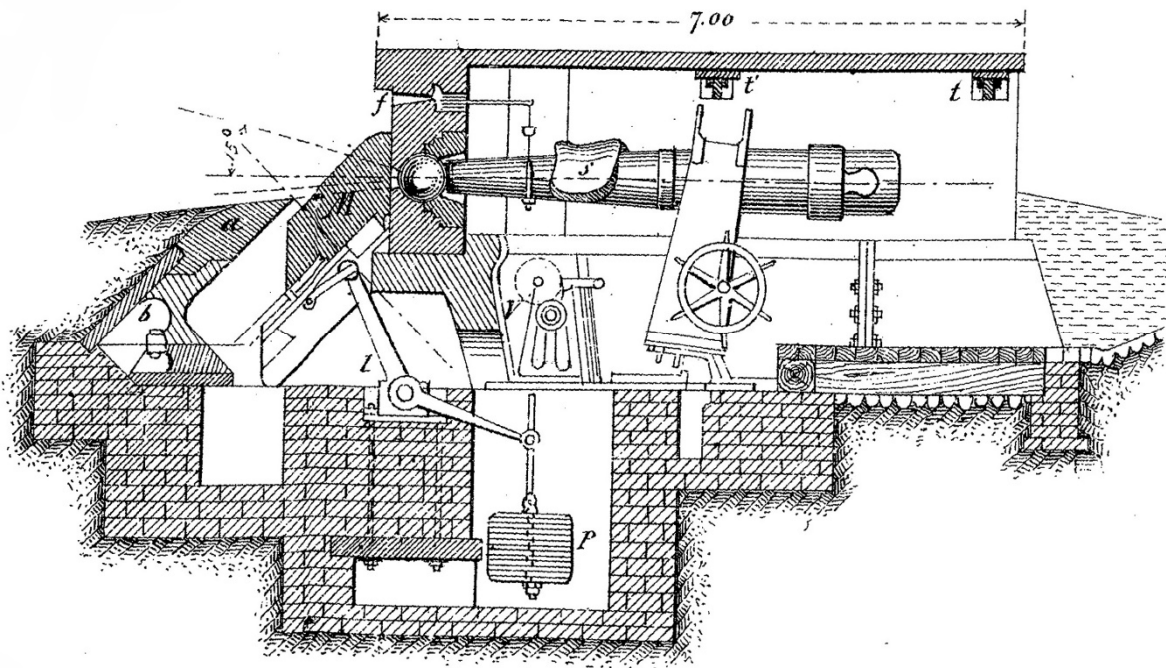


Figura 5.

² B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, pp. 152-153.

Più tardi Krupp ha ideato i suoi scudi metallici per cannoniera minima formati da un'avanpietra di acciaio e di uno scudo di Ghisa nel cui mezzo con una sfera d'acciaio ed un vitone è tenuto prigioniero il cannone (fig. 5). Con tale espediente, non solo si ritiene risolto nel modo migliore il problema di avere casematte resistentissime, a cannoniera minima, ma si riesce a sopprimere completamente il rinculo, con grande vantaggio della celerità di tiro.

2.2.2. Casematte metalliche girevoli.

Di pari passo allo studio delle casematte fisse prosegue anche quello inerente le corazzature da impiegare nelle costruzioni di nuove forme fortificatorie, in cui l'arma protettrice è rappresentata da un riparo corazzato girevole che, anziché limitare l'azione dell'arma offensiva (il cannone), le consente la massima ampiezza (360°) nel campo di tiro orizzontale e permette di sottrarre all'imbocco le cannoniere, mentre si esegue la carica.

L'idea delle casematte girevoli non è nuova, essendo sorta fin dai primi tempi in cui si è pensato alle corazzature per aumentare la resistenza delle fortificazioni; il loro primo impiego è sulle navi da guerra. Mentre le prime di tali casematte inserite nelle opere di fortificazione si hanno poco dopo il 1860 nel campo trincerato di Anversa e si distinguono per la forma a torre, di cui alla fig. 6.

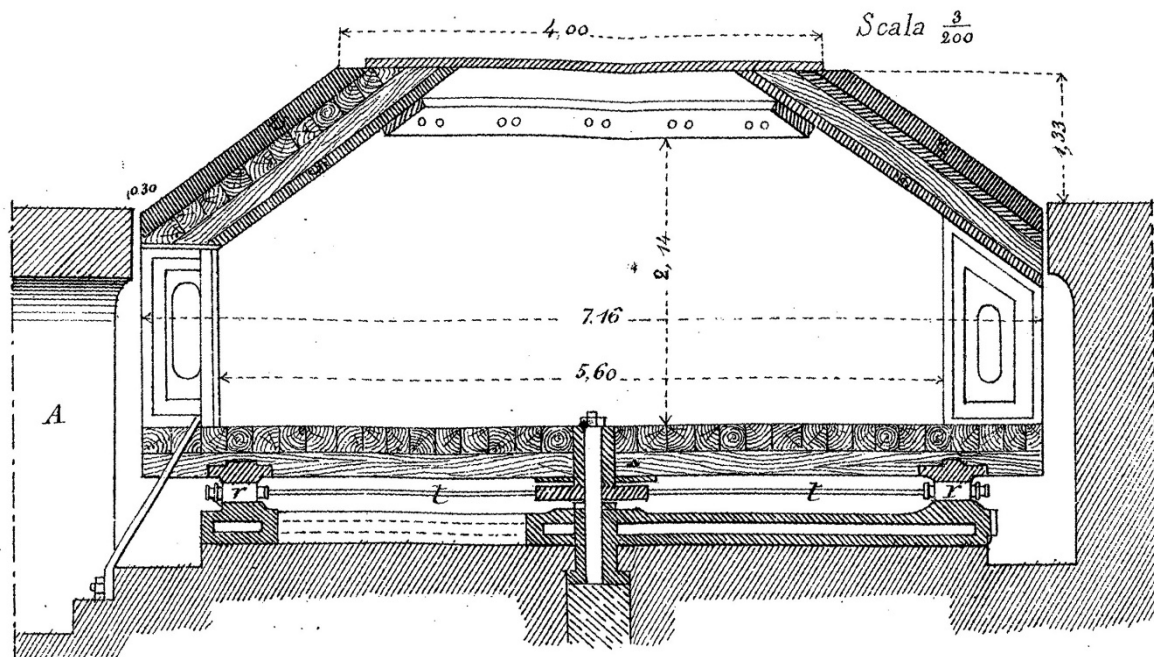


Figura 6.

Progettate dal capitano Coles della marina inglese, questo tipo di cupola, conosciuto sotto la denominazione di torre di Anversa, è a due cannoni, con una corazzatura tronco conica. «La rotazione della torre si ottiene mediante una dentiera fissata al margine laterale della piattaforma e due rocchetti posti alle estremità di uno stesso diametro e muniti di apposite manovelle infilate nei loro alberi. Non ha alcuna avancorazza, né galleria né copertura superiore³».

Figura 7.

³B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, p. 157.

Su queste costole si appoggiano volte di mattoni, che sorreggono il parapetto, la cui parte superiore interna è formata di cunei di pietra o con calcestruzzo e la restante parte di terra. Così che fra dette colte e il contorno esterno del sostegno risulta una galleria G⁴».

Torre francese e cupola tedesca provate a Cotroceni (Romania)

Il governo rumeno, volendo munire di casematte girevoli le opere erette negli anni precedenti attorno a Bukarest, prima di decidere a quale dei tipi allora più accreditati dare preferenza, opta per la realizzazione di numerose esperienze comparative. I tipi di casematte presentati alle prove furono due, una *torre* detta *francese* o *Saint-Chamond-Mougin* perché costruita nelle officine di Saint-Chamond su progetto del Mougin, ed una *cupola* detta *tedesca* o *Gruson-Schumann* perché costruita nelle officine Gruson su progetto dello Schumann.

Cupola tedesca (fig. 8)

La corazzatura non ha parte periferica, ma il solo cielo, che riempie il vano dell'avancorazza ed ha fora di calotta molto ribassata, appartenente ad una sfera di m. 5,21 di raggio. Si compone di 6 piastre settoriali e di una centrale esagonale, spesse m 0,20, unite fra loro con tasselli a doppia coda di rondine e fissate mediante chiavarde a vite a due lamiere di ferro dello spessore di mm 2 cadauna.

L'armamento della cupola consta di 2 cannoni Krupp da cm 15.

Le prove avvenute nel poligono di Cotroceni presso Bukarest nel dicembre 1885 e gennaio 1886, hanno determinato risultati molto utili e decisivi per le costruzioni successive.

Nessuno dei due tipi di casematte girevoli anzidette è stato però adottato; si è deciso, invece di costruire un terzo in grado di riunire i pregi di entrambi i tipi, costruito dalle officine di Saint Chamond e può definirsi: una cupola con i meccanismi interni, il sistema d'armamento e il modo di funzionare della torre francese – ma più vasta – e la corazzatura e le cannoniere della cupola tedesca, evitando però la sovrapposizione delle piastre e le giunture con chiavarde.

Tale cupola, conosciuta sotto al denominazione di *Saint-Chamond modificata*, ha la corazzatura composta di tre piastre spesse m 0,25, combacianti secondo due corde parallele e riunite mediante incastri a coda di rondine. Due grossi ferri a doppio T incurvati, contrastanti con l'armatura del tamburo, rinforzano i giunti delle piastre. Le uniche chiavarde adoperate sono quelle che congiungono

⁴ B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, p. 157.

le piastre al tamburo, ma non possono dar luogo a proiezioni perché coperte dall'avancorazza e situate in modo che, in caso di rottura, cadono nella galleria.

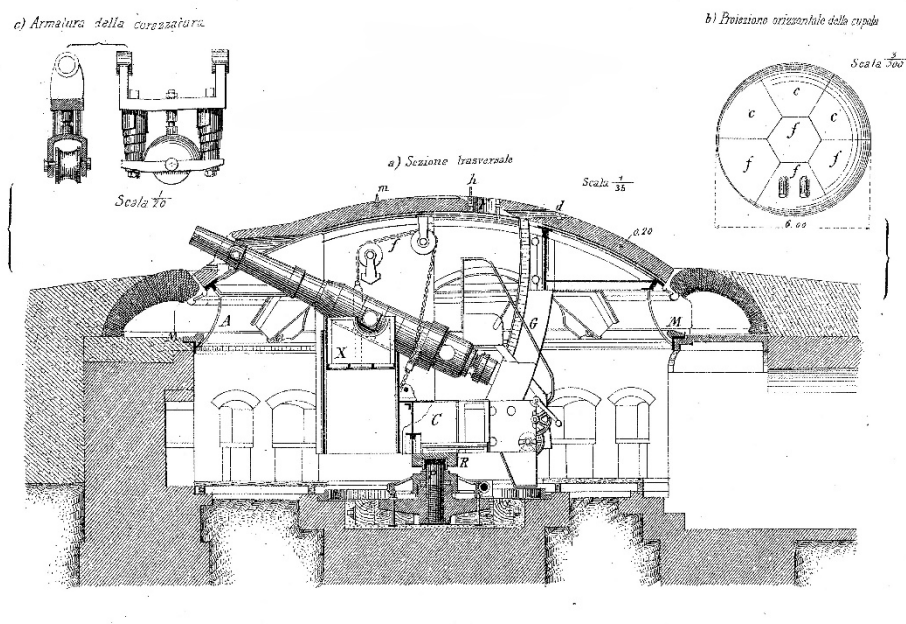


Figura 8.

Torre francese (fig. 9)

La corazzatura è di ferro laminato. La parte periferica di essa è cilindrica e formata da tre piastre 'A' spesse m 0,45, ciascuna, dello sviluppo di 120°. Il cielo è costituito di due piastre piane semicircolari, spesse m 0,18. In una delle piastre periferiche sono praticate le due cannoniere, ad un interasse di m 0,96. Il sostegno di compone del tamburo e dell'armatura. La torre è armata di 2 cannoni da cm 15,5.

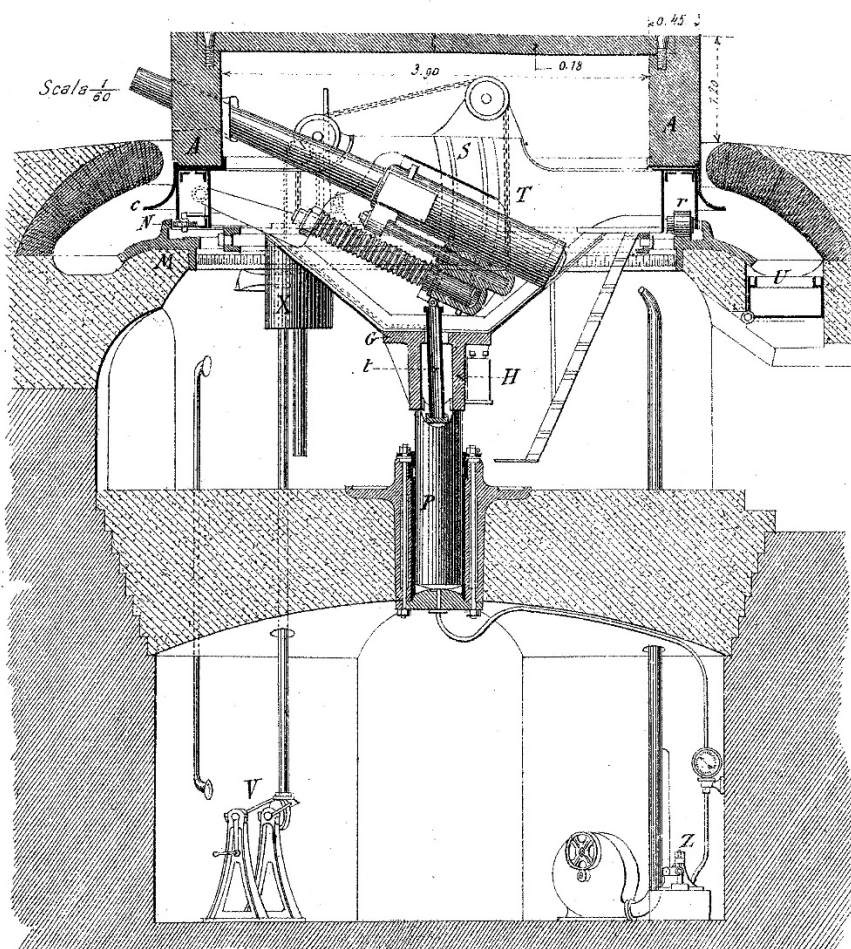


Figura 9.

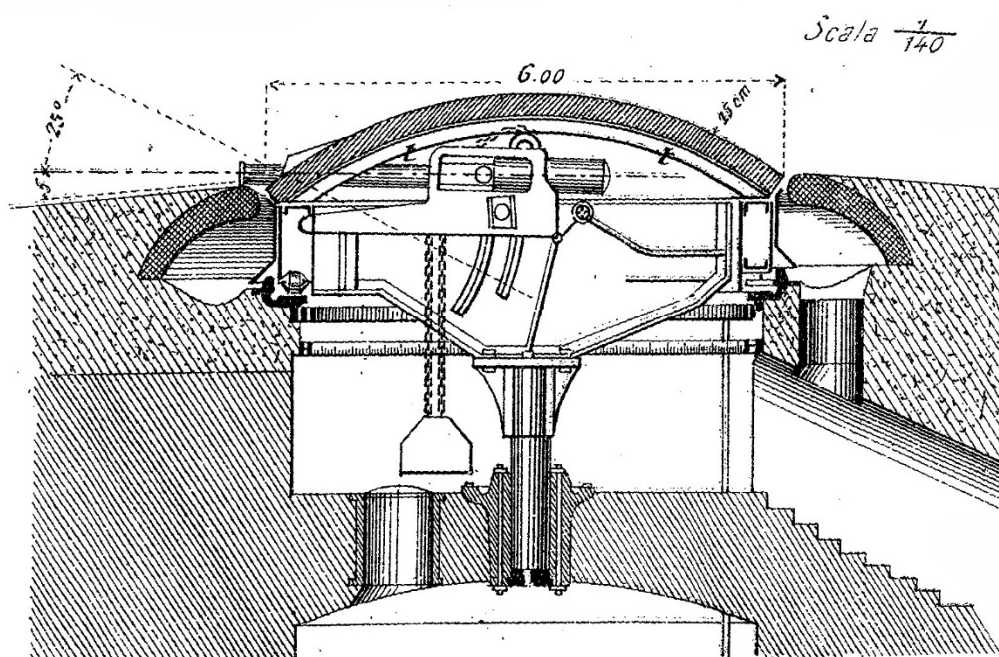


Figura 10.

Dopo le prove di Cotroceni, le principali case industriali francesi e tedesche hanno introdotto modificazioni più o meno importanti nelle casematte girevoli per cannoni, e i nuovi tipi presentati sono ben descritti nell'opera del belga Brialmont, *L'influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification*⁵, ed in quella dell'Hennebert, *Frontière de France*⁶, ai quali si rimanda per una maggiore e approfondita conoscenza sul tema.

Tuttavia, queste prime casematte girevoli sono progettate in modo da garantire una resistenza assoluta e perciò, essendo molto robuste, sono risultate anche assai pesanti e costose.

E poiché tale concetto è quello della lotta tra cannone e corazza, appare evidente che, non potendosi fissare un limite all'efficienza dell'artiglieria, si sia deciso di aumentare lo spessore delle corazze con l'aumentare di potenza delle bocche da fuoco: cosa che inevitabilmente avrebbe condotto a gravissime conseguenze di ordine tattico e finanziario⁷.

Pertanto, riconosciuta ben presto la poca convenienza di un tale indirizzo inizia a manifestarsi e a prevalere il concetto delle torri corazzate leggere per un solo cannone, distinte dalle prime col nome

⁵ H.A. Brialmont, *L'influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification*, Bruxelles 1888.

⁶ E. Hennebert, *Frontière de France*, Paris 1888.

⁷ E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, vol. II, Roma 1899, p. 474.

di *affusti corazzati*, i quali sono informati al principio che per la corazza non è necessario raggiungere le più forti dimensioni, ma che, anzi, è assai opportuno adottare spessori soltanto sufficienti, senza oltrepassare i limiti di peso, e anche di costo, compatibili con l'impiego e con la diffusione di un dato materiale tecnico.

Contro la sempre crescente potenza delle artiglierie, inizia a delinearsi il concetto di protezione indiretta, ottenuta con una favorevole configurazione del bersaglio, allo scopo di non oltrepassare i limiti di peso e di costo che hanno spesso reso poco pratica l'applicazione del ferro.

«In Germania e in Austria si continuano a impiegare installazioni simili agli affusti corazzati, ma per cannoni ed obici potenti; in Belgio si impiegano casematte per una o per due bocche da fuoco; in Francia si sono perfezionate le installazioni a scomparsa, riducendo l'armamento ad un solo cannone corto da 155, come nella torre tipo Galopin (fig. 11) sperimentata nel 1907 e nella torre per obice da 12 cm costruita dalla Casa S. Chamond; in Italia si sono adottate le installazioni a pozzo⁸».

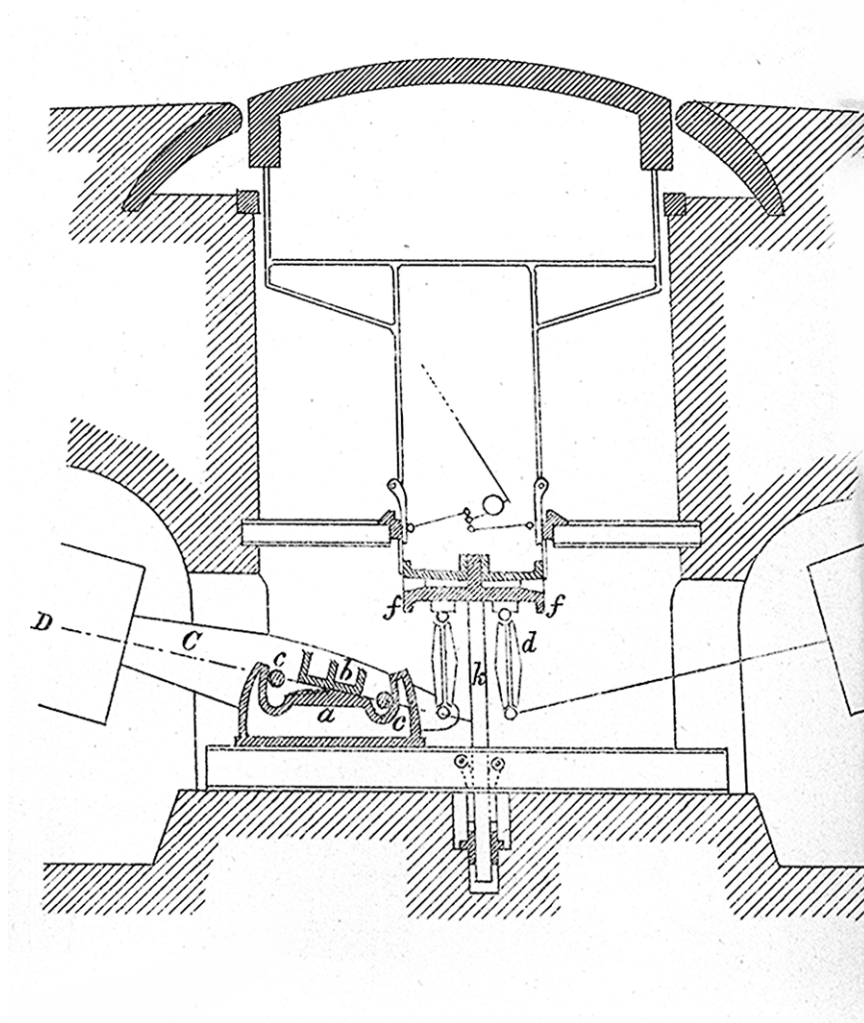


Figura 11.

⁸ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 139.

Sinteticamente, le torri corazzate con apparecchio di scorrimento periferico s'indicano semplicemente con il nome di torri corazzate, mentre le cupole girevoli dello stesso sistema prendono il nome di cupole corazzate girevoli; le corazzature mobili su perno centrale si denominano esclusivamente affusti corazzati.

Nella classificazione in tipi diversi delle corazzature girevoli si distinguono:

- a. quelle a *scomparsa ed oscillanti*, vantaggiose perché permettono di sottrarre completamente le cannoniere ai colpi, ma da completarsi con meccanismi molto complessi che aumentano inevitabilmente la grandezza e il peso, con l'aumentare del calibro della bocca da fuoco.
- b. quelle nelle quali è girevole l'intera installazione, vale a dire la cupola, il tamburo e la piattaforma per le artiglierie;
- c. quelle in cui è girevole soltanto la cupola e l'affusto della bocca da fuoco che è ad essa solidale.

Inoltre, le *casematte girevoli* si classificano anche dal numero delle bocche da fuoco che possono essere una, due o quattro.

Peraltro, le installazioni corazzate per quattro bocche da fuoco risultano vantaggiose perché la distruzione parziale, o anche soltanto l'inzeppamento dell'installazione, potrebbe portare fuori servizio tutti i pezzi dell'armamento. Sebbene le corazzature girevoli per due pezzi non ne siano immuni, il loro impiego è frequente soprattutto per i soli pezzi a traiettoria radente di calibro piuttosto grande, per le quali i vantaggi economici che ne risultano sono di maggiore rilievo, mentre per i cannoni di medio calibro, e per le bocche da fuoco a tiro arcato, sono da preferirsi in massima le corazzature girevoli per una sola bocca da fuoco, i cui vantaggi sono:

- a) autonomia di ciascun pezzo e la necessità per l'assalitore di disseminare i propri tiri;
- b) minore vulnerabilità dell'installazione, mancando la parte, relativamente più debole, tra le due cannoniere;
- c) maggiore precisione del tiro;
- d) il minor danno quando l'installazione viene colpita⁹.

⁹ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 140.

2.2.a. Principali materiali impiegati nelle corazzature

La parte esposta a protezione delle casematte metalliche è costituita dalle corazze, studiate con attenzione soprattutto per le esigenze della Marina; sia per queste applicazioni che per le fortificazioni terrestri e costiere sono stati impiegati i seguenti materiali e derivati dal ferro:

1. ghisa indurita;
2. ferro fucinato;
3. ferro omogeneo o acciaio fuso;
4. metallo composito (metallo compound);
5. acciaio con nichelio o acciaio duro;
6. acciaio speciale con cromo o nichelio;
7. acciaio indurito;
8. acciaio cementato (pietre Harvey, Krupp, Terni);

Ghisa indurita

Nel 1865 Gruson inizia gli studi sull'applicazione della ghisa indurita alla corazzatura delle fortificazioni, e nel 1867 esegue alcune prove contro un masso di tale metallo. Il risultato ottenuto spinge il governo prussiano ad intraprendere una serie di esperimenti su grande scala, protratti dal 1867 al 1874, che hanno messo in evidenza le proprietà delle corazzature in ghisa indurita. La superiorità della ghisa indurita sugli altri materiali per corazze si è mantenuta incontrastata fino a che la superficie esterna delle piastre viene intaccata dalla punta dei proietti d'acciaio.

Tuttavia, con l'aumentare della durezza dei proietti d'acciaio, è anche diminuita notevolmente la capacità di resistenza delle corazze di ghisa indurita contro gli urti normali, e questo ha reso necessaria l'adozione di profili molto obliqui per le corazze, affinché le punte dei proiettili non alterino le superfici esterne.

Sul finire del 1866, Gruson è stato il primo in Germania a trovare il modo di eseguire getti in conchiglia di grandi masse di ghisa, in modo da impiegare la ghisa indurita nella formazione delle corazze, metodo che si è mantenuto nelle installazioni terrestri fino a tutto il 1881.

Le numerose esperienze hanno posto in evidenza le buone qualità della ghisa indurita nel resistere alla penetrazione dei più potenti proiettili dell'attacco, ma il suo peso rilevante e la sua fragilità, nonostante l'indurimento solo superficiale, ha fatto poi propendere la scelta per il ferro. In generale, si prescrive

che le corazzature di ghisa indurita siano costituite da piastre di notevole spessore ed assai pesanti, così da risultare più resistenti.

A tal proposito, l'officina Gruson impiega, nelle corazzature dei forti terrestri esposte a colpi normali, piastre pesanti non meno di 20 / 30 tonnellate, cosa che le rende difficilmente impiegabili per le cupole girevoli per cannoni e obici di calibro medio, essendo necessario che queste costruzioni si mantengano relativamente leggere e manovrabili facilmente a braccia.

Il ferro fucinato

Impiegato nella costruzione di corazze per navi da guerra e per opere di fortificazioni per un lungo periodo (1858-1881) per la sua proprietà di resistere, in ragione della fibrosità, agli urti dei proietti in confronto dell'acciaio dolce.

Il ferro omogeneo o acciaio fuso.

Dopo aver ottenuto il massello d'acciaio nel forno Martin-Siemens, si riduce a forma e dimensioni convenienti mediante la fucinatura con maglio o laminatoio; ha proprietà fisiche e meccaniche assai notevoli, derivanti dall'accennato carattere di omogeneità.

Il ferro fuso possiede inoltre la facilità di allungarsi in tutte le direzioni, mentre gli allungamenti in senso trasversale del ferro fucinato sono generalmente insignificanti.

Nel ferro fuso, destinato alla costruzione di piastre di corazzatura, si richiede uno sforzo specifico di resistenza alla rottura di 35/45 Kg per mmq. Per le corazze di fortificazioni terrestri, esposte soltanto agli urti obliqui, ha una resistenza specifica di 40 Kg ha corrisposto benissimo alle prove cui è stato sottoposto.

Corazze d'acciaio e sue leghe

a) Acciaio puro

Com'è noto, il limite tra l'acciaio e il ferro fuso – oppure omogeneo – non può stabilirsi chimicamente con precisione; in genere, si indica con il nome di ferro fuso, il materiale che contiene più dello 0,2% di carbonio e denominato anche acciaio dolce.

Le piastre di ferro fuso, o fucinato, a causa della loro tenerezza, colpiti con urto normale non presentano sufficiente resistenza contro i proiettili di acciaio moderni. Per sopperire a tale inconveniente si è fatto ricorso all'impiego di piastre composite, formate da uno strato d'acciaio e uno di ferro; ossia dall'intima unione di un materiale duro, l'acciaio, resistente alla penetrazione, con un materiale tenace, il ferro, resistente alla rottura. Tuttavia, queste corazze sono state impiegate solo eccezionalmente nelle fortificazioni, poiché dopo le esperienze eseguite a Châlons nel 1888, si è notato che, se sottoposte al tiro continuo, non garantiscono buoni risultati.

b) Acciaio con Nichelio o acciaio duro

L'aggiunta del Nickel all'acciaio lo rende atto a raggiungere una temperatura più alta, perciò la piastra diventa più resistente alla perforazione, senza diminuire la resistenza alla rottura. Queste piastre sono state impiegate su vasta scala per le corazzature delle navi e sono quelle maggiormente preferite nelle fortificazioni.

c) Acciaio indurito

Aumentando il tenore di cromo, il quale conferisce grande durezza alla piastra, al di là dell'1% si forma un metallo più resistente: l'acciaio indurito, appunto, impiegato specialmente per gli scudi degli affusti da 4 a 5, a 30 a 120 mm.

Ma la formazione della lega presenta notevoli difficoltà, per le quali nel tempo non è stato possibile fabbricare simili corazze di grande spessore. Così, per la lavorazione delle piastre più spesse, si è fatto sempre ricorso all'acciaio speciale con piccolo tenore di cromo, dando poi alla piastra ottenuta un indurimento superficiale, mediante la cementazione.

d) Acciaio cementato

L'acciaio cementato è ottenuto indurendo la superficie delle piastre con procedimento speciale ad alta temperatura, continuato fin a che l'indurimento non si propaghi nello spessore della piastra per circa 2 o 3 cm.

Dopo che nello stabilimento Gruson a Buckau si iniziano a fabbricare piastre di ghisa indurita, contro le quali i proiettili d'acciaio si rompono, in diverse officine si è anche tentato di dare allo strato d'acciaio delle piastre composite lo stesso grado di durezza dei proiettili, mediante la tempra nell'acqua, così da evitare la penetrazione e la conseguente rottura.

In taluni esperimenti, la resistenza opposta dallo strato indurito ha addirittura portato alla deformazione della punta del proiettile, impedendogli così di penetrare nella piastra a notevole profondità.

Il procedimento originale di cementazione applicato alle piastre di corazzatura è dovuto all'Harvey, il cui sistema generale è seguito dalla maggior parte delle fabbriche, non senza apportarvi alcune modifiche.

Così, anche la casa del Creusot ha adottato il procedimento a gas, quella Krupp ha introdotto altri perfezionamenti, che hanno aumentato la tenacità delle piastre, come pure l'acciaieria di Terni ha adottato un procedimento che assicura gli stessi vantaggi.

Riassumendo, il ferro fucinato e quello omogeneo costituiscono il gruppo dei materiali da corazza teneri e tenaci, mentre le piastre cementate e la ghisa indurita rappresentano il gruppo dei materiali eccessivamente duri.

L'acciaio, secondo la maggiore o minore tempra, si avvicina all'una o all'altra specie di materiali per corazze, il cui modo di comportarsi rispetto all'azione dei proiettili è sostanzialmente differente.

In genere, lo spessore delle piastre di corazzatura viene determinato con formule ricavate sperimentalmente, in funzione dell'energia residua, della componente normale della velocità residua, del diametro e del peso del proiettile; questo stesso spessore, inoltre, può variare a seconda della natura del metallo. In generale, per piastre di ferro fucinato, di acciaio fuso o di acciai speciali – soggetti al tiro di lancio delle artiglierie di medio calibro – si mantengono spessori compresi tra i 200 e i 140 mm; per piastre di ghisa indurita da 450 a 500 mm.

2.2.b. Particolari delle casematte girevoli

Una casamatta metallica girevole comprende le seguenti parti e meccanismi:

1. cupola propriamente detta o cielo della corazzatura;
2. avancorazza;
3. sostegno;
4. meccanismo di rotazione;
5. parti accessorie.

L'insieme di queste parti forma l'installazione casamattata girevole, generalmente collocata in un pozzo di calcestruzzo, in comunicazione sicura con l'interno dell'opera della quale fa parte.

Nelle casematte a puntamento diretto e a tiro di lancio, l'orlo superiore del pozzo, rinforzato dall'avancorazza, emerge di poco dal terreno circostante; mentre nelle installazioni per bocche da fuoco a tiro curvo è affondato da 50 a 80 cm

1. Il cielo della corazza.

a. Materiali, forme, dimensioni.

Nelle corazzature girevoli non a scomparsa, il cielo (anche detto cupola) costituisce l'unica parte emergente che può essere colpita direttamente, e di conseguenza, per quel che riguarda il materiale, la forma e lo spessore, deve presentare le necessarie garanzie contro i proiettili. Tuttavia, quando la cupola, in virtù della sua giacitura, non è sottratta ai tiri diretti, deve essere in grado di resistere sia ai proiettili lanciati dai cannoni, sia alle granate torpedini lanciate dagli obici, o mortai rigati.

Nelle opere di fortificazione terrestre, le condizioni di sicurezza si ritengono sufficientemente soddisfatte, tenendo conto degli effetti del cannone da 15 cm per tiri diretti, e del mortaio da 21 o 22 cm per i tiri arcati¹⁰. Il peso dei proiettili lanciati dai mortai da 21 o 22 cm può variare in media da 100 a 150 kg, e la velocità potrà raggiungere un massimo di 200 m. La conseguente forza viva d'urto consta quindi di 300 dinamodi al più, ovvero di 0,5 a 0,8 dinamodi per unità di sezione.

Fino al 1880 il materiale impiegato è la ghisa indurita, ma, in seguito, a causa dell'introduzione dei proiettili di acciaio più resistenti, si è fatto largamente uso di piastre di materiali duttili e tenaci, come ad esempio il ferro fucinato. Questi materiali, se è pur vero che oppongono una minore resistenza alla

¹⁰ E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, vol. II, Roma 1899, p. 149.

penetrazione, non sono soggetti a fendersi come le piastre di ghisa indurita, essendo tra l'altro limitata l'azione del proiettile al punto colpito. Altro svantaggio è rappresentato dal peso molto ragguardevole, che obbliga a irrobustire tutta la costruzione, con inevitabile aumento di spesa.

Per tali ragioni l'impiego delle corazze di ghisa indurita viene in seguito circoscritto alle soli torri della fortificazione costiera che, dovendo resistere agli urti potenti dei grossi proiettili lanciati dalle artiglierie navali, è bene abbiano un peso considerevole anche nella cupola, al fine di evitare eccessivi scuotimenti nelle parti sottostanti all'installazione.

Per la cupola delle corazzature girevoli delle fortificazioni terrestri si adotta il ferro fucinato, o meglio il ferro fuso omogeneo, malleabile al punto da prendere una forma qualunque e, al tempo stesso, incline a raggiungere una notevole durezza, anche senza essere condensato al laminatoio.

Per apprezzare l'importanza della malleabilità basta ricordare che il cielo della corazzatura viene configurato a calotta, la cui curvatura diminuisce verso lo zenit, in modo che, a parità di angolo di caduta dei proiettili, gli angoli d'incidenza diminuiscono quanto più il punto d'incidenza si avvicina al vertice della calotta. E poiché la parte della forza viva d'urto – efficace per il lavoro di penetrazione – diminuisce con il seno quadrato dell'angolo d'incidenza, lo spessore della calotta verso lo zenit può andare diminuendo; ciò che facilmente si ottiene con il materiale di fusione, come ad esempio l'apertura di cannoniere e di altri fori, presenta gravi difficoltà impiegando materiale laminato.

Il profilo della calotta è determinato in modo da favorire il rimbalzo o lo scivolamento dei proiettili lanciati con il tiro radente delle minori distanze¹¹.

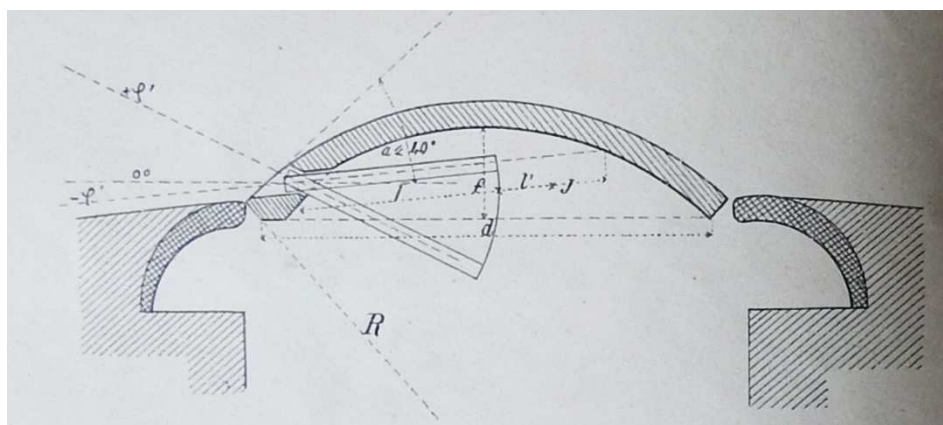


Figura 12.

Per cannoni da 149 A L 36, a distanza di 2000 metri, l'angolo di caduta nel tiro a palla è di $1^\circ,9$. E poiché lo scivolamento dei proiettili a punta si può ritenere assicurato sotto un angolo di incidenza di

¹¹ E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, vol. II, Roma 1899, p. 151.

circa 40°, si predispone di dare al profilo della calotta, nella parte più bassa, un'inclinazione di circa 39°- 40°¹².

Per la determinazione dello spessore della cupola non basta calcolare la profondità di penetrazione dei più potenti proiettili, ma bisogna altresì tener conto della possibilità che due o più colpi cadano nello stesso punto.

È importante tenere presente che in vista di un attacco contro installazioni corazzate, il bersaglio più sensibile è rappresentato dalle cannoniere, potendosi, in tal modo, porre più prontamente fuori di servizio le installazioni stesse.

Inoltre, la resistenza delle corazzature non viene riferita alla densità dei colpi che possono colpire il bersaglio (a seconda delle probabilità date dalle corrispondenti tavole di tiro), ma al numero di colpi che ipoteticamente possono raggiungere la cannoniera e che, all'infuori della distanza di tiro, della precisione della bocca da fuoco impiegata, e della grandezza della cannoniera, dipende principalmente dalla posizione fissa ovvero mobile di questa, quale si ha nelle corazzature girevoli.

In prossimità della cannoniera, dove si concentra il maggior numero di colpi, la corazza deve quindi avere uno spessore maggiore.

Di conseguenza, si può precisare che:

- per materiali di fusione, come ferro fuso e ghisa indurita, si adottano profili ribassati, con le tangenti alle parti più basse della superficie esterna inclinate non più di 40° sull'orizzontale; lo spessore, in media, viene ragguagliato a quello necessario a resistere all'azione di 2 o 3 colpi su di uno stesso punto, salvo a diminuirla, in corrispondenza, verso lo zenit.
- per materiali laminati, lo spessore della cupola sarà pure equiparato alla resistenza contro 2 o 3 colpi su di un punto. Quando la cupola è composta di più lamiere, si può rendere minore lo spessore verso lo zenit, diminuendo in corrispondenza il numero delle lamiere¹³.

«La forma e lo spessore definitivo di una cupola dipendono inoltre dalla forma della superficie interna. Il diametro interno di una cupola dipende dalla grandezza della bocca da fuoco, dal rinculo, dal sistema d'affusto e di caricamento, dall'ampiezza del settore verticale di tiro.

Il grande oggetto della bocca da fuoco della cannoniera permette di diminuire notevolmente il diametro interno della cupola, ma aumenta la superficie esterna della cannoniera e la vulnerabilità della bocca da fuoco. ... La limitazione dello spazio interno dipende principalmente dal genere di affusto e dal rinculo della bocca da fuoco. La completa soppressione del rinculo, sebbene vantaggiosissima per il rapporto all'economia di spazio interno ed alla rapidità del fuoco, non è esente da inconvenienti,

¹² A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 146.

¹³ E von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, Vol. II, Roma 1899, p. 154.

massimi nel caso dei grossi cannoni nei quali vengono impiegate forti cariche di proiezione per il tiro radente, in quanto l'intera costruzione risulterebbe assoggettata ad un considerevole sforzo.

La soppressione del rinculo si adotta, quindi, solo per gli obici, per i mortai e per i cannoni leggeri destinati all'azione vicina. ... Nel determinare lo spazio interno si deve infine avere riguardo di tutte le condizioni necessarie per il servizio dei cannoni e per il movimento delle munizioni. La superficie interna della cupola dipende, oltreché dallo spazio interno che vuole avere disponibile, dalla configurazione esterna della cupola stessa, dallo spessore della corazza ed anche dalle condizioni tecniche di esecuzione della calotta, in relazione al materiale impiegato¹⁴».

b. Le parti accessorie della cupola: cannoniere, feritoie di puntamento, fori d'uomo.

In relazione allo scopo principale delle corazzature, e cioè di ottenere una protezione possibilmente completa delle bocche da fuoco, generalmente si adottano le *cannoniere* minime¹⁵.

La loro costruzione richiede la soppressione del rinculo, ovvero l'impiego di affusti a cannoniera minima. Tra questi ultimi si distinguono due sistemi principali: il primo, nel quale il ritorno alla bocca da fuoco nella posizione primitiva dopo il rinculo si effettua in virtù del suo peso e di un movimento predisposto lungo un piano inclinato; il secondo, nel quale il ritorno stesso ha luogo per mezzo di molle.

Quali esempi del primo sistema, possiamo citare due tipi di affusti a cannoniera minima Gruson: nel primo, vedi (fig. 13), la limitazione del rinculo si effettua ordinariamente per mezzo di freni idraulici, il cui cilindro è rigidamente congiunto alla rotaia-guida ed il cui stantuffo è pure rigidamente congiunto con il cannone; nel secondo, (fig. 14), per impedire il rinculo vengono impiegati egualmente freni idraulici. Il sollevamento, o l'abbassamento, si effettua anche per mezzo di un meccanismo di puntamento idraulico o a vite.

¹⁴ E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, Vol. II, Roma 1899, pp. 155-156.

¹⁵ Ivi, p. 159.

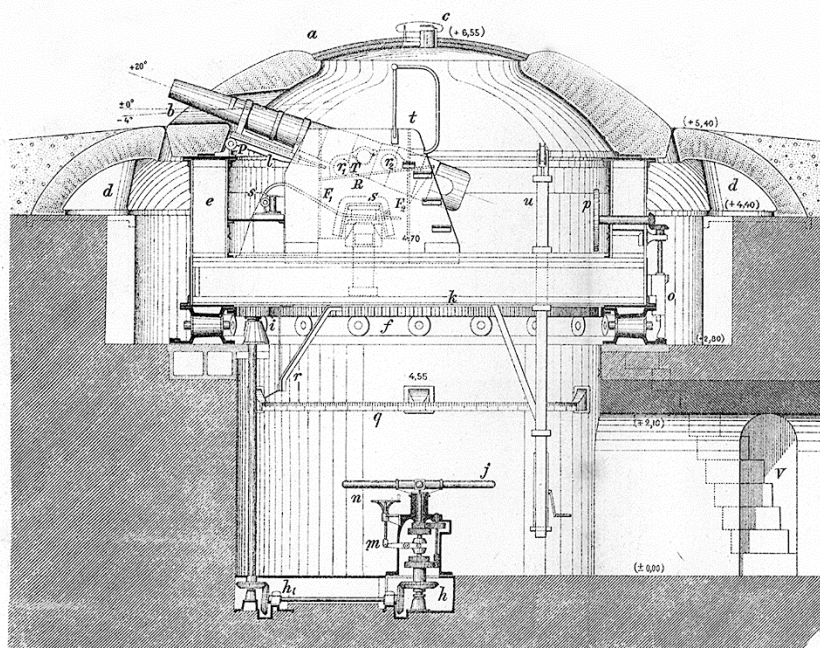


Figura 13.

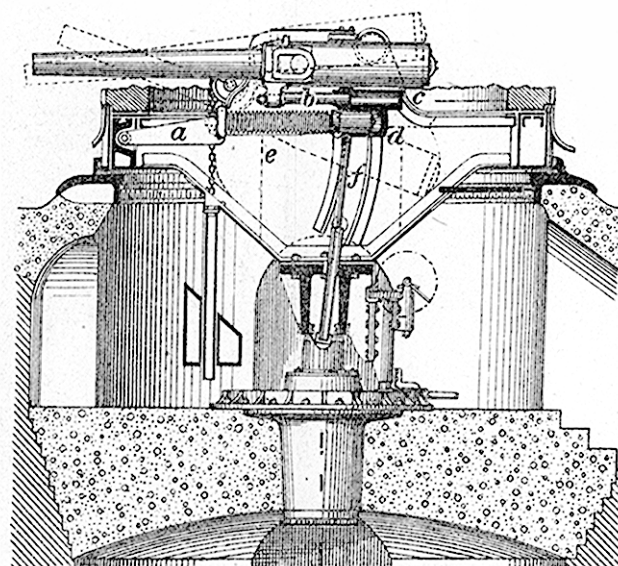


Figura 14.

Il secondo dei sistemi principali di affusti a cannoniera minima è rappresentato dall'affusto tipo Mougin, «sul quale il cannone, durante il rinculo, si muove sempre nella direzione eventuale dell'asse della bocca da fuoco, che viene ricondotta nella posizione di sparo, non dal proprio peso, ma con l'azione di molle¹⁶». Dunque, la particolare coincidenza della direzione del rinculo con l'asse della bocca da fuoco permette la costruzione di una cannoniera minima, anche quando il cannone si protende all'infuori della cannoniera (fig. 15).

Per il puntamento, diretto o indiretto, sono realizzati dei *fori d'uomo* – cioè aperture per l'osservazione – disposti verso lo zenit della cupola, tra i piani verticali passanti per gli assi dei pezzi, di notevole ampiezza così da potervi passare liberamente la testa.

Vengono in genere muniti di una mira. Essendo usati soltanto temporaneamente, sono provvisti di un robusto coperchio d'acciaio il quale, malgrado il peso considerevole, deve essere equilibrato in modo che l'osservatore sia in grado di sollevare senza sforzo con le spalle¹⁷.

¹⁶ E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, Vol. II, Roma 1899, p. 163.

¹⁷ Ivi, p. 166.

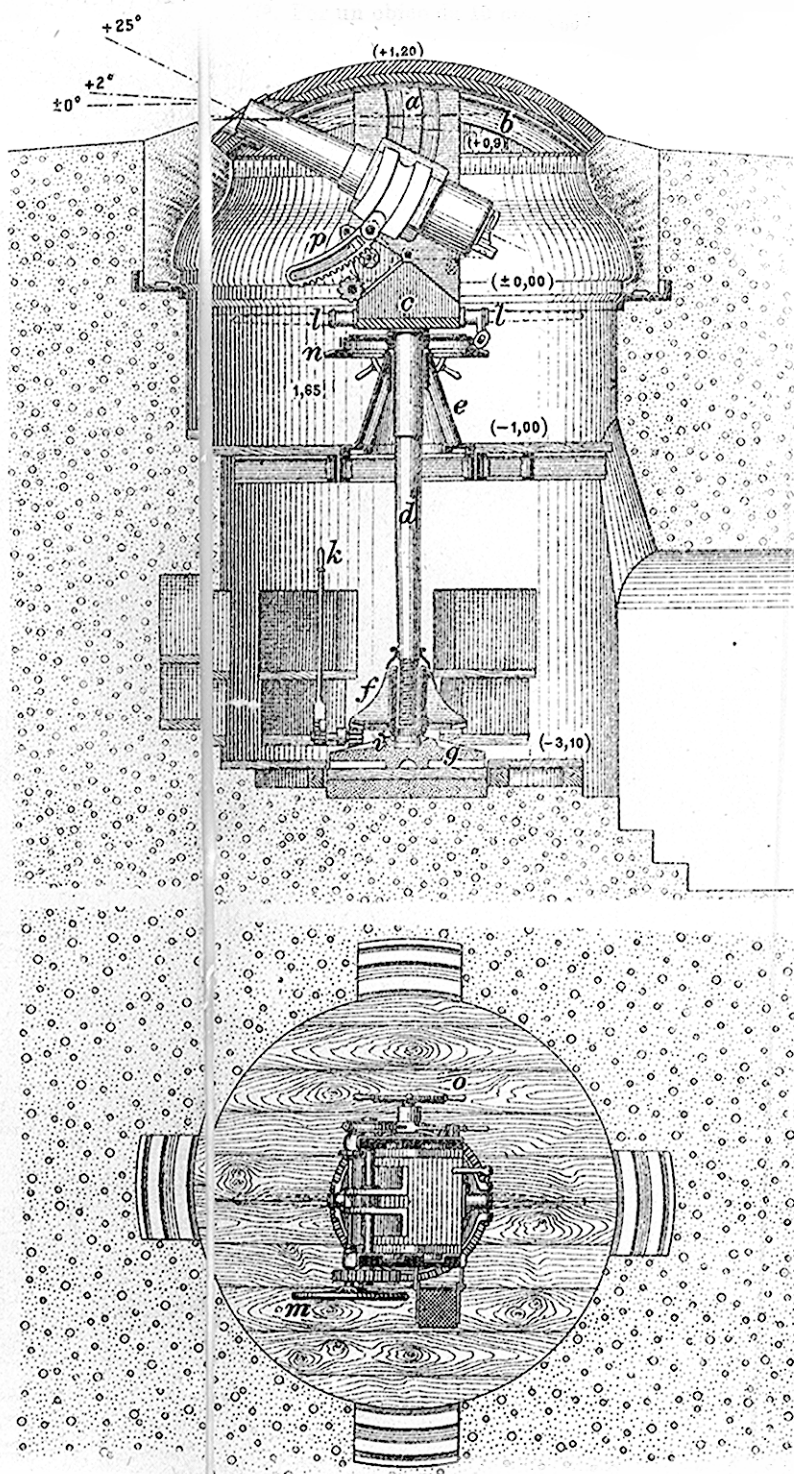


Figura 15.

c. Struttura interna e appoggio della cupola.

Per la robustezza e la capacità di resistenza si presuppone siano preferibili le cupole a un solo pezzo¹⁸; esigenza che però presuppone, nel suo adattamento, notevoli difficoltà tecniche, non soltanto nei riguardi della fabbricazione, ma anche di quelli del trasporto e del montaggio.

La suddivisione in più pezzi avviene in diversi modi, in ragione del materiale impiegato.

Le cupole di ghisa indurita in genere vengono costituite da pezzi laterali radiali e da una piastra centrale per la quale spesso si è fatto ricorso al ferro laminato.

Nelle cupole di ferro laminato s'impiegano talvolta piastre lamellari, in modo che la cupola consti di parecchi strati sovrapposti, uniti fra di loro per mezzo di chiavarde a vite; ogni strato può, a sua volta, essere composto da parecchie piastre. Tuttavia il ricorso a queste cupole è stato alquanto irrisorio per il fatto che le molteplici suddivisioni, le congiunture e le parti di collegamento hanno contribuito a diminuirne la resistenza.

Nel caso di bocche da fuoco di limitata lunghezza (mortai, obici o cannoncini leggeri) si è fatto ricorso a cupole di ferro fuso eseguite tutte d'un pezzo, al cui orlo inferiore spesso si aggiunge un anello d'armamento di ferro battuto posizionato a caldo e destinato a tenere insieme le diverse parti della cupola nel caso in cui in essa abbiano a manifestarsi delle fratture¹⁹.

2. L'avancorazza

«L'avancorazza è destinata a proteggere l'appoggio della cupola costituito dall'apparecchio di scorrimento (ovvero dal basamento di lamiera) e a rivestire la parte muraria che racchiude la costruzione metallica²⁰». Essa, in sostanza, estende la protezione data dalla cupola al di sotto della bocca del pozzo, fino al punto in cui il parapetto di calcestruzzo raggiunge spessori sufficienti per resistere al tiro in breccia.

Uno dei metalli opportunamente impiegati per l'avancorazza è la ghisa indurita, in ragione del prezzo esiguo in confronto al ferro laminato o all'acciaio e dell'inezia che una massa considerevole dotata di grande resistenza e di grande durezza avrebbe opposto con vantaggio all'azione distruttiva dei proiettili. La Casa Schneider, per esempio, ha usualmente impiegato avancorazze di acciaio fuso²¹.

¹⁸ E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, vol. II, Roma 1899, p. 167.

¹⁹ E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, vol. II, Roma 1899, pp. 168-169.

²⁰ Ivi, p. 170.

²¹ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 152.

Al fine di garantire una superficie obliqua all'urto dei proiettili, si preferisce dare all'avancorazza un profilo circolare, quasi in continuazione con la cupola.

L'altezza è fissata in genere a un metro, tenendo conto che la profondità degli imbusti prodotti dagli scoppi dei proiettili nello spalto di calcestruzzo può essere di m. 0,50 circa; lo spessore massimo di circa 350 mm e quello minimo di 250 mm.

Fra il lembo inferiore della corazza e l'avancorazza in genere viene lasciato uno spazio di circa 8 cm, affinché schegge o rigonfiamenti del metallo prodotti dall'urto, non inceppino facilmente la rotazione della cupola.

Attorno all'avancorazza viene generalmente costruito lo spalto – o parapetto – di calcestruzzo (*collerette*) con pendenza uguale o superiore all'angolo di depressione della bocca da fuoco e spessore di almeno 4 metri (riducibile a 3 o anche a 2 metri sul rovescio²²) misurato esternamente, alla base dell'avancorazza, nel settore frontale o comunque più esposto ai tiri nemici.

3. Il sostegno

Nelle torri corazzate la cupola poggia su un basamento di lamiera munita di piattaforma di servizio²³. Negli affusti corazzati Schumann Gruson la cupola riposa sulle pareti dell'affusto, le quali tengono luogo del basamento di lamiera e sono collegate da una robusta traversa che riposa sul maschio del perno (fig. 16).

Nelle torri corazzate con apparecchio di scorrimento perimetrale, il basamento di lamiera si compone di un sostegno di lamiera di forma circolare, o tamburo, la cui fascia inferiore poggia sulla parte mobile di un apparecchio di scorrimento.

Nelle installazioni della Casa Schneider e della Società Cokerill la cupola riposa su di un anello o tamburo a nervature di acciaio fuso in 4 a 8 segmenti²⁴.

Nelle installazioni austriache della Casa Skoda l'appoggio della cupola e la rotazione sono ottenuti mediante sfere d'acciaio che scorrono in un canale circolare ricavato nell'avancorazza²⁵ (fig. 17).

Nelle installazioni a pozzo, l'appoggio della cupola è pure ottenuto mediante sfere d'acciaio collocate in una rotaia circolare fissata nel calcestruzzo presso l'orlo del pozzo.

²² Ivi, p. 153.

²³ E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, Vol. II, Roma 1899.

²⁴ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 150.

²⁵ Ivi, p. 151.

g. 11ª - Appoggio delle cupole su sfere
tipo Châtillon
Commentry

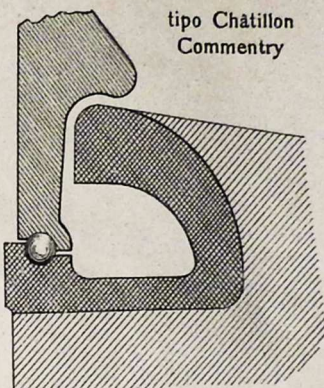


Fig. 10ª - Tamburo delle cupole,
tipo Cockerill

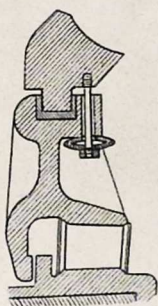


Figura 16.

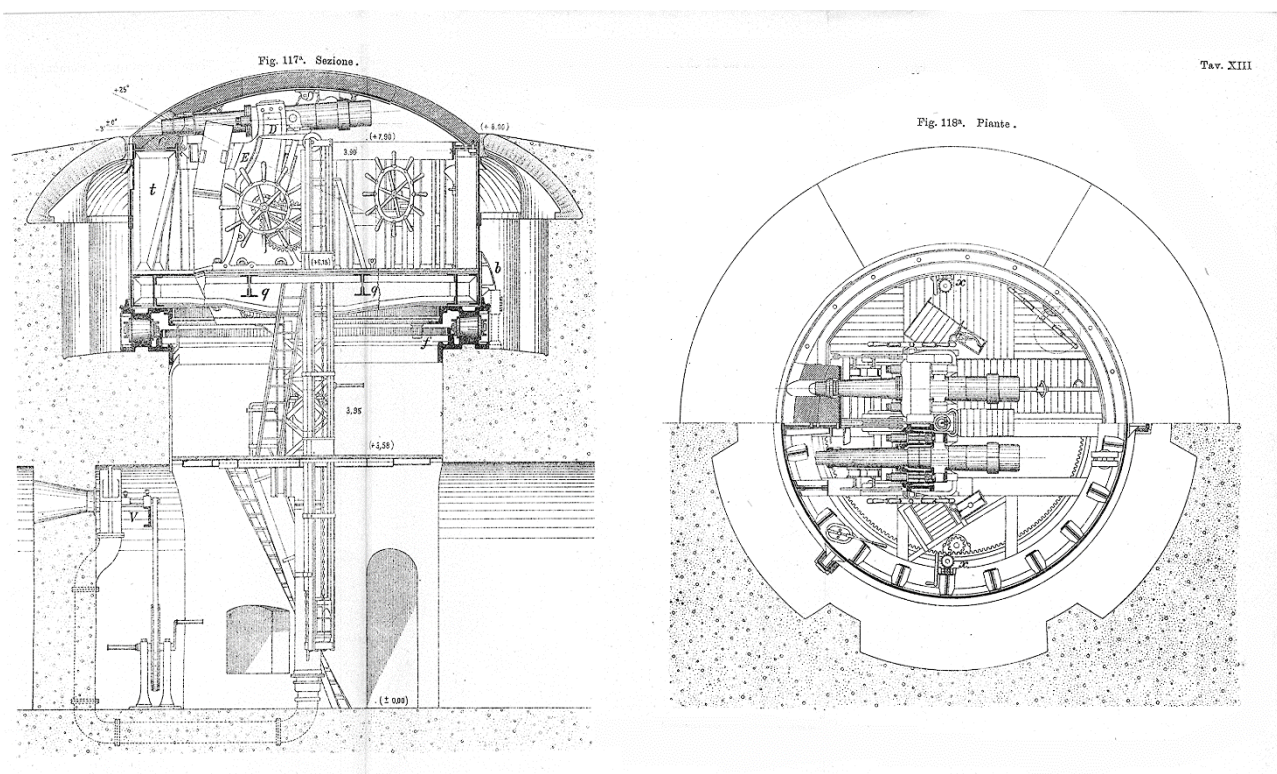


Figura 17.

4. Il meccanismo di rotazione

Durante il movimento di rotazione le cupole girevoli possono riposare sull'orlo di un apparecchio di scorrimento, ovvero essere sostenute da un perno centrale.

Il primo caso ha luogo specialmente nelle *torri corazzate* e quindi nelle *cupole girevoli*, il secondo negli *affusti corazzati* e raramente nelle torri corazzate²⁶.

L'apparecchio di scorrimento serve a trasformare l'attrito radente tra l'orlo della parte girevole e il suo appoggio in attrito rotolante, attraverso l'impiego di rulli. Infatti il basamento di lamiera si appoggia sui rulli mediante una corona di scorrimento superiore e rulli, a loro volta, si muovono su una corona di scorrimento inferiore poggiata sul basamento stabile.

Affinché si generi solo l'attrito volvente, i rulli devono essere foggianti a tronco di cono; mentre con le due predette corone sono disposti in modo tale che, o la superficie di scorrimento della corona inferiore, o l'asse dei rulli, risulti orizzontale²⁷. Ciò al fine di assicurare il centramento della torre, vale a dire l'invariabilità di posizione del suo asse immaginario: i rulli, infatti, sono forniti di orli in rilievo su entrambe le parti, così da non spostarsi dalla corona inferiore.

I rulli e le corone di scorrimento vengono costruiti in ghisa e, talvolta, d'acciaio; queste ultime hanno il profilo di rotaie.

La corona di scorrimento superiore viene fissata alla fascia inferiore del basamento di lamiera per mezzo di chiavarde a vite.

La corona inferiore si appoggia sulla muratura, sulla quale vengono disposte, in corrispondenza alle congiunture dei singoli segmenti, piastre di sostegno.

Un apposito telaio impedisce che i rulli possano cambiare posizione, avvicinandosi l'uno all'altro, a seguito di un difetto di fusione o di un eccesso nello sforzo di pressione. Ciascuno dei rulli è perciò munito di un'asse d'acciaio unita all'asse del telaio.

L'*apparecchio di rotazione*, propriamente detto, consta di una corona a dentiera e di impulsori che, a seconda del motore impiegato e della resistenza da superare, sono posti in movimento, per mezzo di trasmissioni, da ruote dentate, da argani, da ruote a mano, da motori ecc., a seconda del peso della casamatta.

²⁶ E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, vol. II, Roma 1899, p. 176.

²⁷ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 151.

2.2.c. Le diverse parti accessorie.

Ingresso alla torre. Avviene con una scala a pioli che collega il ripiano inferiore della torre alla piattaforma di servizio (fig. 18).

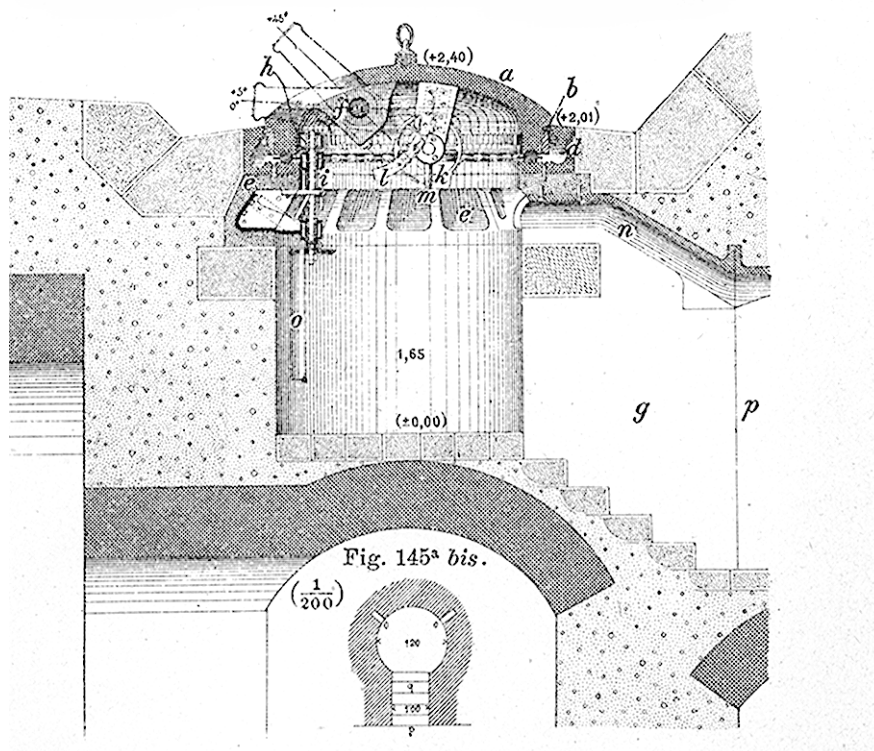


Figura 18.

«Negli affusti corazzati Schumann-Gruson e nelle cupole girevoli, dove la piattaforma di servizio è fissa, l'ingresso ha luogo egualmente da un ripiano sottostante con una scala a pioli, ovvero mediante scale laterali²⁸» (fig. 19) larghe generalmente 1,00 m e con un rapporto tra alzata e pedata non maggiore di 18:28.

Posto di comando. Nelle grosse torri per due bocche da fuoco si trova ad altezza corrispondente sotto il foro di uomo, perciò fra i due pezzi, e ci si può accedere con scala a pioli.

²⁸ E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortessa trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, vol. II, Roma 1899, p. 181.

Elevatori di munizioni. Messi in movimento da una catena senza fine o da un meccanismo a manovella, possono agire con uno, o al più con due uomini (vedi fig. 19) a seconda del rapporto di trasmissione.

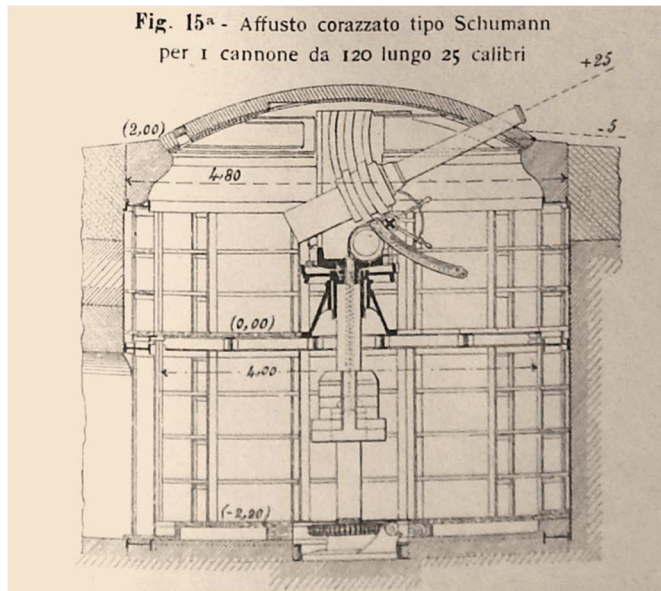


Figura 19.

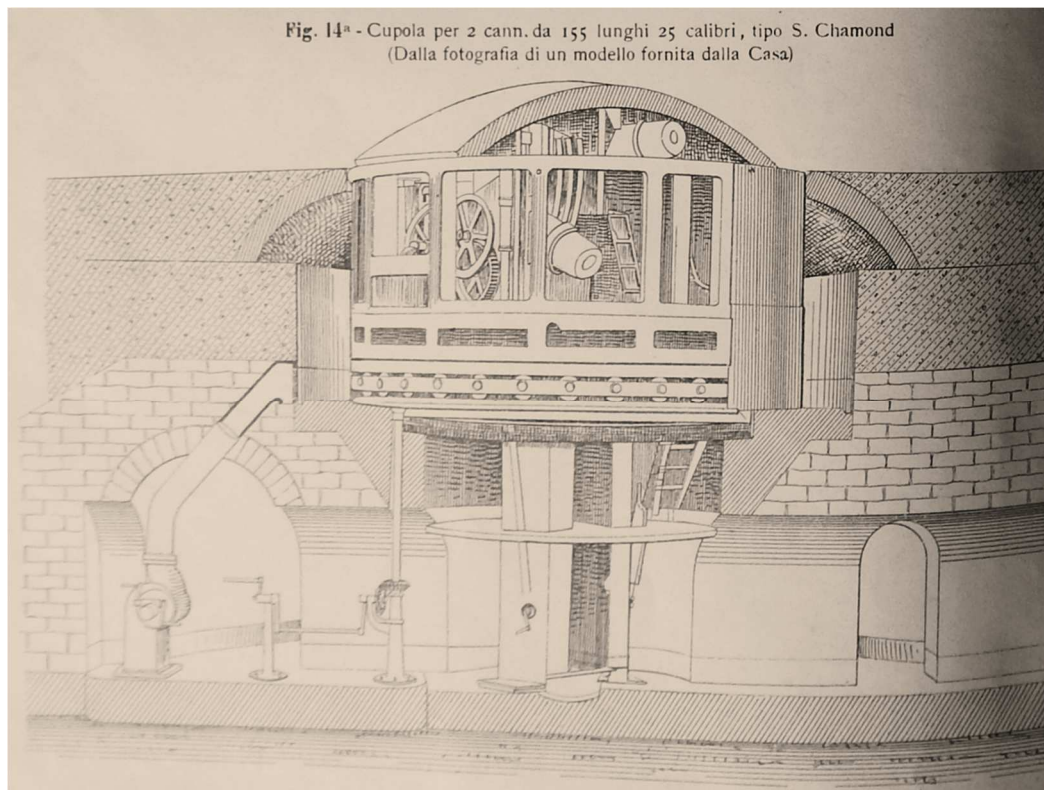


Figura 20.

2.3. Principali tipi di casamatte metalliche girevoli

I tipi di casamatta costruiti ed impiegati nelle fortificazioni terrestre, adottate in special modo presso i principali Stati d'Europa sono:

1) Affusto corazzato Schumann-Gruson per un cannone da 12 cm lungo 25 calibri (fig. 19)

Il sistema consta dell'affusto corazzato propriamente detto, costituito da due aloni (fra quali è posta la bocca da fuoco) riuniti in basso da un piastrone orizzontale munito di un piccolo perno verticale a sostegno della cupola-corazza. «Il sistema cupola-affusto e bocca da fuoco costituisce la parte girevole della costruzione; la colonna perno è generalmente cava e porta un affusto il quale, oltre ad avere il movimento di rotazione, può anche oscillare sul suo perno affine di non presentare un sistema rigido. Questa colonna-perno, dotata di un movimento verticale di pochi millimetri, permette il distacco della corazza dall'avancorazza per il puntamento, ma non può ruotare; il basamento fisso (anch'esso cavo) fa da guida alla colonna-perno nel suo movimento verticale ed è portato dalla piattaforma che divide il pozzo in due locali (camera di tiro e camera di manovra). ... Il settore verticale di tiro, limitato in elevazione dalle condizioni dell'affusto e in depressione dalla piccola saetta della cupola, raggiunge in elevazione $+25^{\circ}$ ed in depressione -5° ²⁹».

2) Cupola per due cannoni da 155 lunghi 25 calibri, tipo S. Chamond (fig. 20)

«La casamatta, formante la camera di tiro, è costituita dal tamburo cilindrico, chiuso inferiormente da una piattaforma e superiormente da una calotta sferica di ferro laminato, con *troud'homme*, munita di coperchio mobile. La casamatta poggia su una corona di rulli tronco-conici e può ricevere movimento di rotazione rapido per mezzo di un argano situato nel sotterraneo del pozzo; o un movimento lento dall'interno della camera di tiro. La ventilazione è ottenuta con due ventilatori, uno a spirale e l'altro a compressione³⁰».

L'avancorazza, a rinforzo della bocca del pozzo di calcestruzzo, è composta da sei piastre di ghisa indurita.

²⁹ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, pp. 155–156.

³⁰ Ivi, p. 155.

L'armamento consta di due cannoni da 155, lunghi 25 calibri, protetti per tutta la loro lunghezza dalla cupola. I pezzi sono incavalcati su affusti indipendenti e, nel puntamento in elevazione, la loro rotazione avviene attorno al centro della cannoniera, la quale perciò è minima.

Fig. 16^a - Affusto corazzato per obice a t. r. da 12 a 15 cm. (tipo Skoda)

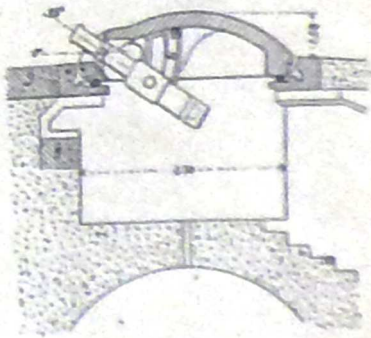


Fig. 17^a - Riparo corazzato piano per mortaio a sfera di 12 cm. lungo 7,5 calibri

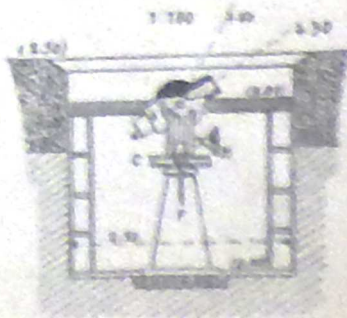


Figura 21 e 22.

3) Affusto corazzato per obice a tiro rapido da 12 a 15 centimetri, tipo Skoda (fig. 21)

La cupola di acciaio dolce al litio, di struttura omogenea costituita da un solo pezzo (diametro m. 2,60 spessore 150 mm), porta internamente due lamiere formanti i fianchi dell'affusto, fra i quali scorrono gli orecchioni dalla bocca da fuoco rotante nella sezione ristretta della cannoniera, chiusa da apposito

otturatore. L'avancorazza è di acciaio dolce e fa tutt'uno con la rotaia, nella quale sono collocate le sfere per la rotazione della cupola. «Un anello di metallo dolce fascia il parallelo inferiore della cupola, così da attutire lo sforzo di rinculo. Il puntamento della bocca da fuoco, in direzione ed in elevazione, non presenta speciali particolarità. L'impiego delle sfere non rende necessario, come negli affusti corazzati Schumann, il distacco fra corazza e avancorazza prima della rotazione della cupola³¹».

4) Riparo corazzato piano per mortaio a sfera da 12 centimetri lungo 7,5 calibri (fig. 22)

Il mortaio è munito di una corazza sferica che lo integra chiudendo la cannoniera praticata nel riparo piano corazzato, il quale funge da avancorazza. La costruzione è affondata nel parapetto a circa mezzo metro – delle volte anche di più – sotto alla superficie esterna. L'affusto del mortaio consiste in due aloni riuniti da una piastra con perno inferiore sui quali si poggia il mortaio, attraverso due orecchioni guida semicircolari, ricavati nella sfera. Sul piano di sostegno è applicato un cerchio graduato che misura la direzione data al mortaio. L'avancorazza è poggiata su di una costruzione di lamiera di ferro, che suddivisa in scompartimenti, funge da riservetta per 400 colpi³².

5) Installazioni a Pozzo.

Sin dal primo impiego delle torri girevoli si intuisce la convenienza dell'ordinamento rettilineo che, più di ogni altro, può soddisfare all'intento di assottigliare la pianta di un'opera fino a ridurla alla minima profondità possibile. In virtù di questo, fra le molteplici installazioni protette che l'industria ha potuto fornire alle artiglierie, quella in pozzi può considerarsi la più opportuna, poiché risponde alla necessità dell'occultamento e del minimo bersaglio.

L'installazione a pozzo, nel campo di tiro esteso a tutto il giro d'orizzonte, presenta molta analogia con la torre corazzata, dalla quale, peraltro, differisce per disposizione, struttura e particolari tecnici. La casamatta corazzata, esposta ai colpi diretti e frontali, ripete la propria resistenza dalla robustezza delle piastre, e tale resistenza risulta precaria e transitoria, come tutto ciò che è fondato sul principio della massa. Invece il pozzo, sottratto all'urto diretto, quasi invisibile e configurato in modo da favorire lo scivolamento o il rimbalzo dei proiettili sulle corazze di protezione, offre garanzie di prolungata resistenza.

³¹ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 157.

³² Ivi, pp. 157-158.

Sul fondo del pozzo è collocato l'affusto disposto sopra una piattaforma girevole intorno a un perno centrale. La cupola metallica riposa sull'orlo ed è resa mobile da una corona di sfere collocata ad uguali intervalli sopra cuscinetti metallici.

Mediante l'ingranaggio di un rocchetto, mosso da una manovella e disposto su di una dentiera continua interna alla cupola, alla base, viene impresso il movimento di rotazione alla cupola stessa, che così trascina il cannone, l'affusto e la piattaforma girevole.

La ristrettezza di diametro e la relativa leggerezza dell'apparecchio rendono possibile il movimento di rotazione della bocca da fuoco a braccia, con uno o due uomini.

Lo spessore della piastra metallica può variare a seconda che l'opera, per le condizioni del terreno d'attacco, sia esposta al tiro delle artiglierie d'assedio, ovvero soltanto dei cannoni da campagna e del fucile.

I forti italiani della grande guerra sono generalmente armati da quattro ad otto cannoni da 149 A, in installazione a pozzo tipo Gruson (per cannone da 120 G o 149 G), tipo Armstrong (per cannone da 120/40 A o 149 A), tipo Schneider (per cannone da 149 A) – dove le sigle G e A stanno rispettivamente per ghisa e acciaio. Mentre i primi tre tipi di cupola sono prodotti dalle acciaierie di Terni, l'installazione tipo Schneider ha la sua casa madre in Francia; con l'avanzare della guerra e l'aumento vertiginoso di richiesta produttiva, quest'ultimo è diventato il tipo più diffuso anche in Italia, dove le acciaierie iniziano ad arrancare.

- a) Installazioni a pozzo per cannone da 149 A L 36 con settore verticale + 25° e – 3° e copertura metallica pesante. (tipo Ispettorato delle costruzioni d'artiglieria) (fig. 23)

La cupola ha una corazzatura di acciaio al nikel indurita alla superficie esterna, tipo Terni, dello spessore uniforme di 14 cm, avente la forma di una calotta sferica leggermente rialzata dalla parte ove è aperta la cannoniera. La cupola è costituita da tre piastre collegate tra loro da chiavette a coda di rondine e da una fodera in lamiera di acciaio dolce dello spessore di mm 25, unita alle piastre con viti e sostenuta da ferri a T centinati situati in corrispondenza delle giunzioni delle piastre.

Nelle piastra anteriore è intagliata la cannoniera, in modo da permettere il puntamento diretto, e nella piastra posteriore è presente un foro d'uomo, chiuso con sportello di corazzatura.

Al lembo inferiore della cupola è applicata una corona di scorrimento mobile a gola, con la quale la cupola stessa prende appoggio su di una serie di 270 sfere di acciaio di 10 cm di diametro, disposte nella gola di una corona simile fissata all'orlo del pozzo.

Alla corona di scorrimento mobile è applicata una dentiera circolare, nella quale ingrana il rocchetto del congegno di rotazione della cupola. La bocca del pozzo è rinforzata dall'avancorazza, formata da

sei piastre di ghisa indurita. La parete del pozzo, nel quale è disposto l'affusto, presenta un gradino sul quale scorrono le rotelle anteriori dell'affusto. Quest'ultimo è ancorato per mezzo di due supporti alla cupola che dunque girando lo trascina con sé.

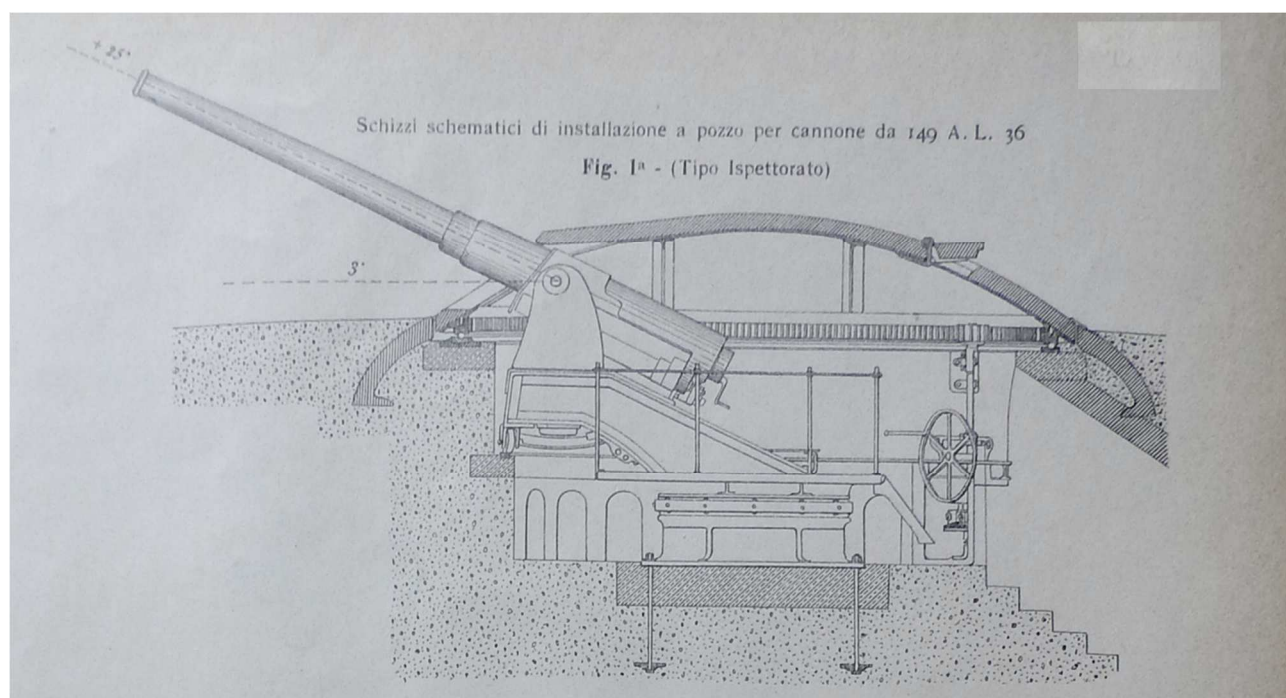


Figura 23.

- b) Installazioni a pozzo per cannone da 149 A L 36 con settore verticale $+42^\circ$ e -8° e copertura metallica pesante. (tipo Armstrong) (fig. 24)

Il pozzo, la corazza, l'avancorazza sono simili alle corrispondenti parti dell'installazione da 149 A anzidetta.

Per contro, il movimento di rotazione è trasmesso dall'affusto alla cupola ed il meccanismo di rotazione, formato dalla ruota dentata e dai rocchetti, è fissato alla piattaforma reggente all'affusto. Questa disposizione protegge il delicato nonché fondamentale meccanismo di rotazione dallo scoppio dei proietti

Il diametro della cupola è di m. 4,75 circa e quindi il bersaglio orizzontale presentato risulta minore, pur essendo maggiore il settore verticale di tiro.

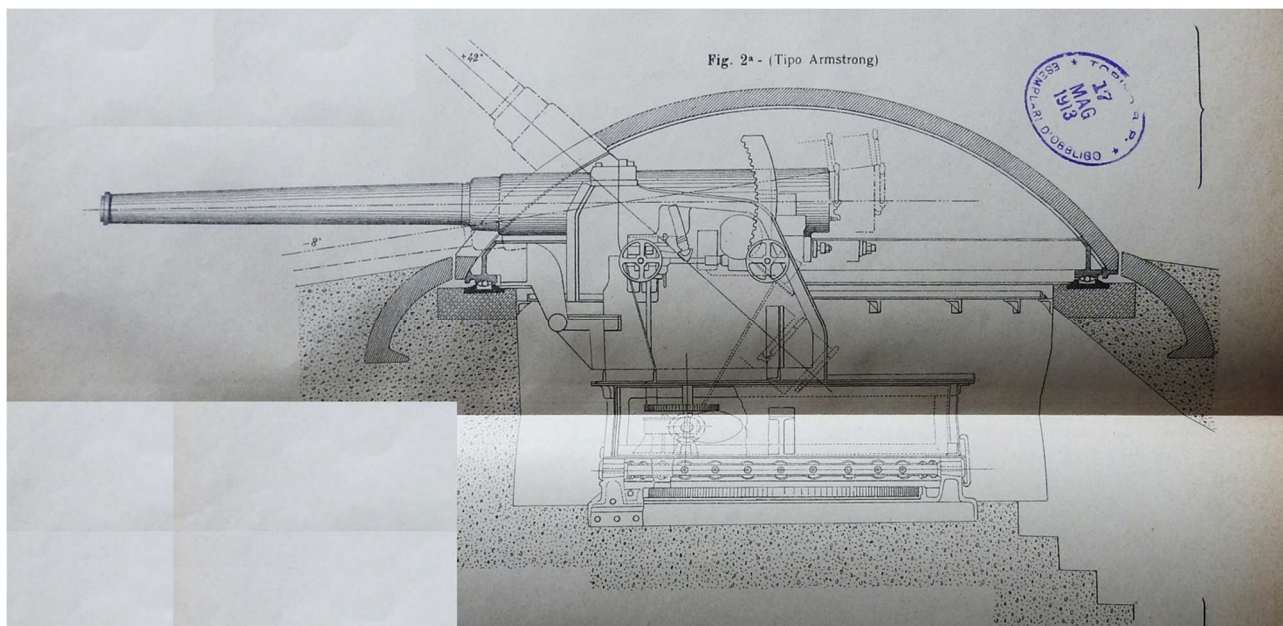


Figura 24.

- c) Installazioni a pozzo per cannone da 149,1 A L 36 con settore verticale $+42^\circ$ e -8° e copertura metallica pesante. (tipo Schneider) (fig. 25)

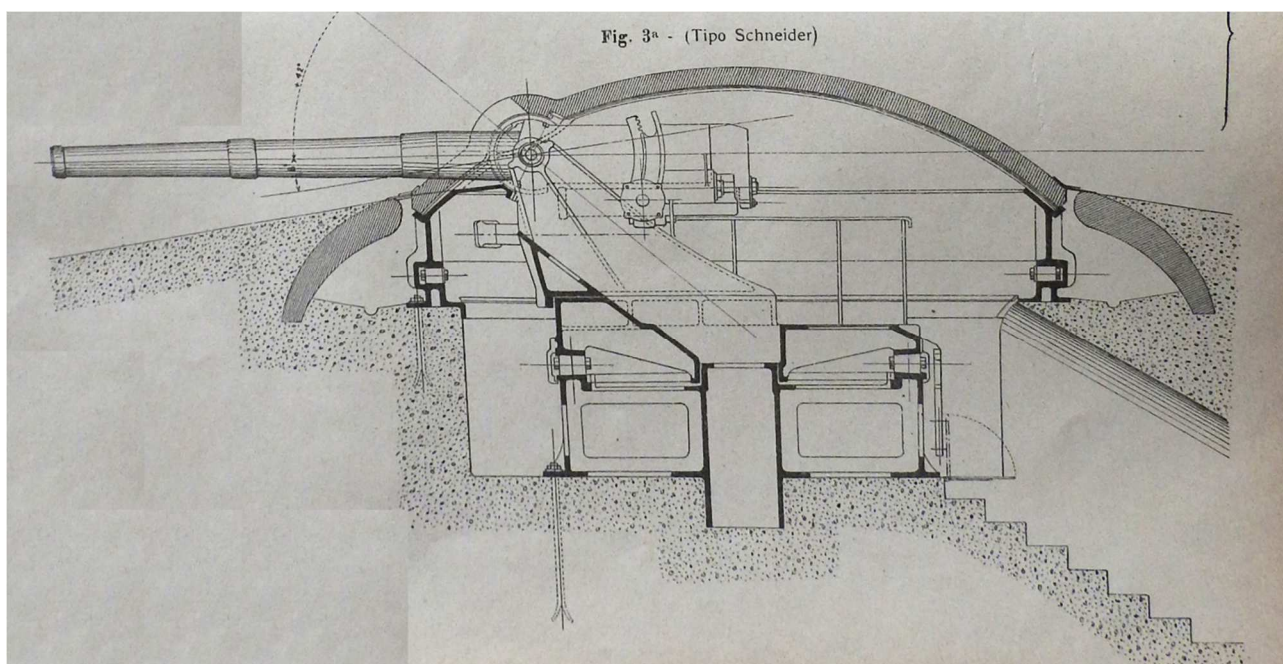


Figura 25.

Le parti principali dell'installazione sono:

- affusto a perno centrale;
- cupola a calotta sferica formata da due piastre di acciaio cementato dello spessore di 140 mm e foderata internamente da due piastre di acciaio spesse 12 mm; sostenuta da un tamburo circolare, riposa su un apparecchio di scorrimento simile al sistema adottato dalla Società Cokerill. L'affusto, nel movimento di brandeggio, trascina con sé la cupola per mezzo di un congegno irreversibile; la cannoniera è ermeticamente chiusa da un apposito scudo di lamiera;
- avancorazza, formata da sei piastre di ghisa indurita.

2.3.a. Requisiti delle cupole pesanti

Le condizioni che le cupole sono chiamate a soddisfare possono così riassumersi:

- a) costituire un elemento isolato attivo circondato da tutte quelle garanzie che valgono a porlo in grado di sostenere la lotta contro mezzi di offesa di una estrema violenza;
- b) riunire in sé le prerogative richieste per assicurare all'arma la più lunga esistenza³³.

La prima di queste condizioni si riferisce ai provvedimenti relativi alla costituzione del nucleo destinato a ricettare l'installazione corazzata, costituita da un vano centrale (camera del pezzo) protetto tutt'intorno da una robusta avancorazza, formata di parti solidissime collegate fra loro e alla base, e spinte in profondità di quanto necessario per rimanere al di sotto del limite del massimo effetto dei proiettili; una massa di conglomerato cementizio ad alta dose di cemento, destinata a funzionare da base all'installazione corazzata e ad accordare una grande protezione ai locali per la conservazione delle munizioni; una massa inerte avvolgente l'avancorazza, pure di conglomerato cementizio dello spessore minimo di 5 metri, destinata ad assorbire il lavoro di demolizione dei proiettili; questa, massa anche se rotta e sconvolta, potrebbe comunque costituire un mezzo atto a convertire l'energia dei proiettili in lavoro meccanico di movimento, lavoro sottratto da quello a cui altrimenti è sottoposta l'avancorazza; un mezzo separatore (lamiera taglia-fenditure) o isolatore, interposto fra le due precedenti masse, con lo scopo di arrestare la propagazione degli effetti dell'esplosione dei proiettili oltre il punto estremo di

³³ E. Marrullier, *Circa un'osservazione fatta a proposito di uno "studio di cupola pesante"*, in «Rivista d'Artiglieria e Genio», vol. I, 1916, pp. 87-89.

loro penetrazione, ed impedire ch'essi pervengano ad attaccare la base dell'installazione rappresentata dalla prima delle accennate masse murarie.

«I vantaggi attribuiti al sistema proposto conseguono dal fatto che il movimento della cupola permette di sottrarre gli organi di funzionamento della cupola all'azione diretta dei proiettili, qualunque sia la mole e la violenza del loro urto; e di circoscrivere inoltre, tra limiti ben definiti, le forze e le resistenze in conflitto, così da rendere la lotta fra il proietto e cupola sempre sostenibile.

Nelle installazioni a sistema mobile sono da considerarsi due fasi.

Nella prima, l'azione dei proietti raggiungenti la cupola ne produce un abbassamento frenato e, durante questo movimento, gli organi destinati a sorreggere la corazza e a farla ruotare con il cannone, risultano esclusivamente assoggettati alla semplice compressione risultante dal contrasto fra la reazione del freno e la forza uguale e contraria che provoca la discesa della cupola, e quindi a sollecitazioni stabilite a priori ed alle quali, per dato costruttivo, si trovano proporzionate le superfici cementate.

Nella seconda fase, poiché la cupola a corsa ultimata va ad appoggiarsi all'avancorazza, i suddetti organi, cessando di essere sollecitati da forze, non possono evidentemente rimanere influenzati da cause atte ad alterarne lo stato normale.

Dunque, qualunque azione esterna non può che avere effetto esclusivo sulla corazza e sull'avancorazza, con la quale la prima finisce per formare sistema; è dunque chiaro come, assegnando alle due parti un conveniente spessore, risulta possibile realizzare la voluta protezione.

Nelle installazioni ordinarie invece, dove la corazza si adagia perifericamente e permanentemente su rulli o sfere, e quindi su organi delicati che interessano in alto grado il moto rotatorio della cupola e il cui semplice spostamento è sufficiente per immobilizzarla, l'urto alla corazza si trasmette direttamente a detti elementi; se quindi la sua violenza raggiunge un certo ordine di grandezza, esso non può mancare di ripercuotersi notevolmente sulle condizioni generali della costruzione (movimenti laterali, schiacciamenti, ecc.)

Inoltre non si può negare il beneficio che deriva dalla mobilità della cupola, cosa che si risolve nella riduzione del diametro della corazza di copertura da 5,00 m a 3, 50 m, considerata nell'installazione studiata; a questo si unisce un altro non trascurabile vantaggio: la possibilità che il movimento stesso accorda, e cioè quello di eliminare dagli impianti corazzati tutte quelle parti più deboli, di fronte alla eccezionale potenza delle odierne artiglierie»³⁴.

³⁴ Ivi.

Referenze iconografiche

- Figura 1.** Studio di organizzazione casamattata: casamatte di ghisa indurita Gruson. (da ISCAG, Iconografie).
- Figura 2.** Casamatta tipo Haxo (da Zanotti 1890, tav. XI, fig. 88).
- Figura 3.** Casamatte fisse metalliche di pianta ellittica. (da Zanotti 1890, tav. XXV, fig. 207).
- Figura 4.** Batteria corazzata Gruson (da Zanotti 1890, tav. XXV, fig. 208).
- Figura 5.** Casamatta corazzata a cannone prigioniero (da Zanotti 1890, tav. XXIV, fig. 205).
- Figura 6.** Torre modello di Anversa (da Zanotti 1890, tav. XXV, fig. 210).
- Figura 7.** Torre modello Schumann (da Zanotti 1890, tav. XXV, fig. 211).
- Figura 8.** Cupola tedesca sperimentata a Cotroceni (da Zanotti 1890, tav. XXVI, fig. 217).
- Figura 9.** Cupola francese sperimentata a Cotroceni (da Zanotti 1890, tav. XXVI, fig. 216).
- Figura 10.** Cupola Saint Chamond modificata (da Zanotti 1890, tav. XXVI, fig. 218).
- Figura 11.** Casamatta corazzata per un cannone da 12 cm (da Rocchi 1895, fig. 153).
- Figura 12.** Profilo delle cupole corazzate (da Guidetti 1913, tav. XV, fig. 4).
- Figura 13.** Torre corazzata per due cannoni da 15 cm (Grusonwerk) (da Rocchi 1895, fig. 131).
- Figura 14.** Affusto per cannoniera minima (Mougin) (da Rocchi 1895, fig. 134).
- Figura 15.** Affusto corazzati Schumann-Gruson per un obice da 15 cm (da Rocchi 1895, fig. 137).
- Figura 16.** Schema di appoggio delle cupole su sfere tipo Châtillon Commentry (da Guidetti 1913, tav. XV, figg. 10, 11).
- Figura 17.** Torre corazzata per 2 cannoni da 12 cm di Chatillon e Commentry (da Rocchi 1895, fig. 117).
- Figura 18.** Cupola girevole per mortaio da 15 cm (da Rocchi 1895, fig. 145).
- Figura 19.** Affusto corazzato tipo Schumann per 1 cannone da 120 lungo 25 calibri (da Guidetti 1913, tav. XV, fig. 15).
- Figura 20.** Cupola per 2 cannoni da 155 lunghi 25 calibri, tipo S. Chamond (da Guidetti 1913, tav. XV, fig. 14).
- Figura 21.** Affusto corazzato per obice a tiro rapido da 12 a 15 centimetri, tipo Skoda (da Guidetti 1913, tav. XV, fig. 16).
- Figura 22.** Riparo corazzato piano per mortaio a sfera da 12 centimetri lungo 7,5 calibri (da Guidetti 1913, tav. XV, fig. 17).
- Figura 23.** Schizzi schematici di installazione a pozzo per cannone da 149 A L 36. Tipo Ispettorato (da Guidetti 1913, tav. XVI, fig. 1).
- Figura 24.** Tipo Armstrong (da Guidetti 1913, tav. XVI, fig. 2).
- Figura 25.** Tipo Schneider (da Guidetti 1913, tav. XVI, fig. 3).

3. Le fortificazioni in Europa dal 1870 al 1915. Specificità tipologiche e sperimentazioni costruttive

Introduzione

La rigatura delle bocche da fuoco diffusasi dopo il 1860, ha l'effetto di rendere il tiro delle artiglierie più lungo, più esatto e più efficace. La stabilità della traiettoria ne ha permesso la determinazione precisa, permettendo alla balistica numerose speculazioni teoriche in grado di generare applicazioni di pratica utilità, e rendendo più agevole il raggiungimento dei bersagli che, pur non essendo visibili, sono noti di posizione, con il tiro indiretto, con il tiro arcato e con il tiro a puntamento indiretto.

L'efficacia si amplifica ancora di più con la diffusione dei proiettili scoppianti (carichi di polvere pirica) lanciati con tiri tesi (dapprima usati eccezionalmente) poiché questi, agendo come mine nelle masse coprenti, e dopo esservi penetrati, sono in grado di danneggiare gli elementi della difesa anche a una certa distanza dal punto di scoppio; alle granate ordinarie, poi, si aggiungono gli shrapnels i quali possono agire sia con le schegge che con una fitta grandine di piccoli proiettili.

«I progressi delle scienze fisiche e meccaniche e delle arti affini hanno permesso di costruire artiglierie di calibro molto grande e nello stesso tempo di renderle più resistenti rispetto al passato. Altri miglioramenti, come il sistema di caricamento della culatta, permettono inoltre di aumentare la rapidità del tiro¹».

Tutte queste innovazioni rendono i terrapieni delle opere dell'epoca moderna insostenibili tanto nei riguardi del personale quanto in quelli del materiale.

Oltre a questo, l'aumento degli eserciti richiede la costituzione di piazze forti di grande sviluppo, in modo da garantire sufficiente appoggio senza risultare, allo stesso tempo, facilmente bloccabili.

Tutto ciò, pur non facendo intendere da subito le innovazioni e modificazioni in serbo dell'arte edificatoria, induce ad un periodo di grande incertezza.

Tali perfezionamenti hanno infatti esposto le fortificazioni a maggiori danneggiamenti causati dalle sempre più numerose artiglierie poste a notevoli distanze rispetto a quanto sia stato fatto in passato; inoltre le stesse fortificazioni vengono così colpite, con maggiore probabilità, nelle loro parti vitali, soggette al tiro indiretto e arcato migliorato, con effetti dannosissimi.

¹ B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, p. 76.

Risulta quindi necessario introdurre radicali modificazioni sia negli elementi costitutivi della fortificazione – nel profilo, nel tracciato e nei particolari diversi – sia nella forma complessiva delle opere per far sì che siano in grado di soddisfare alle nuove esigenze della difesa.

«Nel *profilo* si apportarono i seguenti cambiamenti: 1) aumento dello spessore delle masse coprenti di terra, e nei casi in cui risultino inutilizzabili, sostituirvi materiali più resistenti alla penetrazione e allo scoppio, cioè i metalli; 2) aumento del dominio delle opere sulle posizioni d'attacco, le quali devono essere scoperte e battute a grandi distanze; 3) defilare le murature al tiro (mentre prima lo erano soltanto alla vista), cioè disporle più basse rispetto alle masse coprenti in modo che non possano essere colpite dai tiri più inclinati a cui sono esposte; 4) ricorrere più spesso all'ordinamento casamattato per riparare i terrapieni dai tiri molto inclinati, dalle schegge delle granate, dalle schegge e pallottole degli *shrapnels*. Nel *tracciato* si adotta definitivamente il sistema poligonale, riservando i sistemi bastionato e tenagliato ad alcuni casi speciali, a fine di ottenere una rilevante azione lontana; inoltre si riconosce la necessità di dare alle opere grandi estensioni in direzione normale a quella dell'attacco principale onde poter sviluppare una grande difesa frontale, e minima profondità per rendere meno sensibili gli effetti del tiro indiretto e del tiro arcato. Nei *particolari diversi* si giunge alla conclusione di spezzare in due il terrapieno di combattimento per defilare meglio al tiro gli elementi di difesa che vi si trovano in attesa dell'azione o durante l'azione; inoltre, acquistano massima importanza i locali alla prova, i soli a poter offrire un ricovero sicuro, almeno per un certo tempo, agli elementi di difesa.

Per quanto attiene alla forma complessiva delle fortificazioni, si è conservata la forma a cinta continua e a opere staccate, allontanando maggiormente queste ultime dal nucleo difeso per sottrarle dal bombardamento, per sviluppare la difesa tanto quanto l'attacco e per poter avere, tra la linea delle opere staccate e la cinta, uno spazio sufficiente a contenere i grandi eserciti in cerca di rifugio o appoggio. Talvolta la linea di opere staccate viene sostituita da gruppi di opere per evitare di disseminare troppo la difesa su detta linea. In ogni caso, le opere staccate hanno maggiore importanza della cinta continua e non si considerano più come opere addizionali di quest'ultima, ma ne sono fornite a loro volta. Nascono così le piazze forti a grande campo trincerato o a campo trincerato propriamente detto. Allontanando sempre più le opere staccate dalla cinta, i loro intervalli aumentano (e spesso sono in grado di ospitare batterie complementari) rendendo le opere stesse più robuste e spesso negli intervalli. Le piazze forti vengono perciò estese e costituite di molte opere robuste, armate di numerose artiglierie assai potenti, quindi costosissime e richiedenti grandi presidi per essere difese»².

² B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, pp. 79-80

Brialmont, allora maggiore del Genio, nel quinquennio dal 1859 al 1863 organizza la piazza di Anversa, costituita da una cinta difensiva e da una cintura di forti staccati distanti in media 4000 m da quella³.

I forti di cintura, per la potenza del loro armamento, per la robustezza delle masse di protezione, per il ridotto interno del quale erano forniti, rappresentano opere colossali in grado di resistere a lungo agli attacchi. L'impiego del tracciato poligonale, usato per la prima volta in modo largo ed incontrastato, lo studio dei diversi particolari di ordinamento condotto con criteri moderni e le vedute ardite dell'ingegnere belga nello stabilire la linea dei forti staccati formano nella piazza di Anversa il modello classico delle fortificazioni dell'epoca, diventando punto di riferimento per le piazze forti sorte in Europa dal 1870 al 1885 (Figg. 1, 2).

³ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 35.

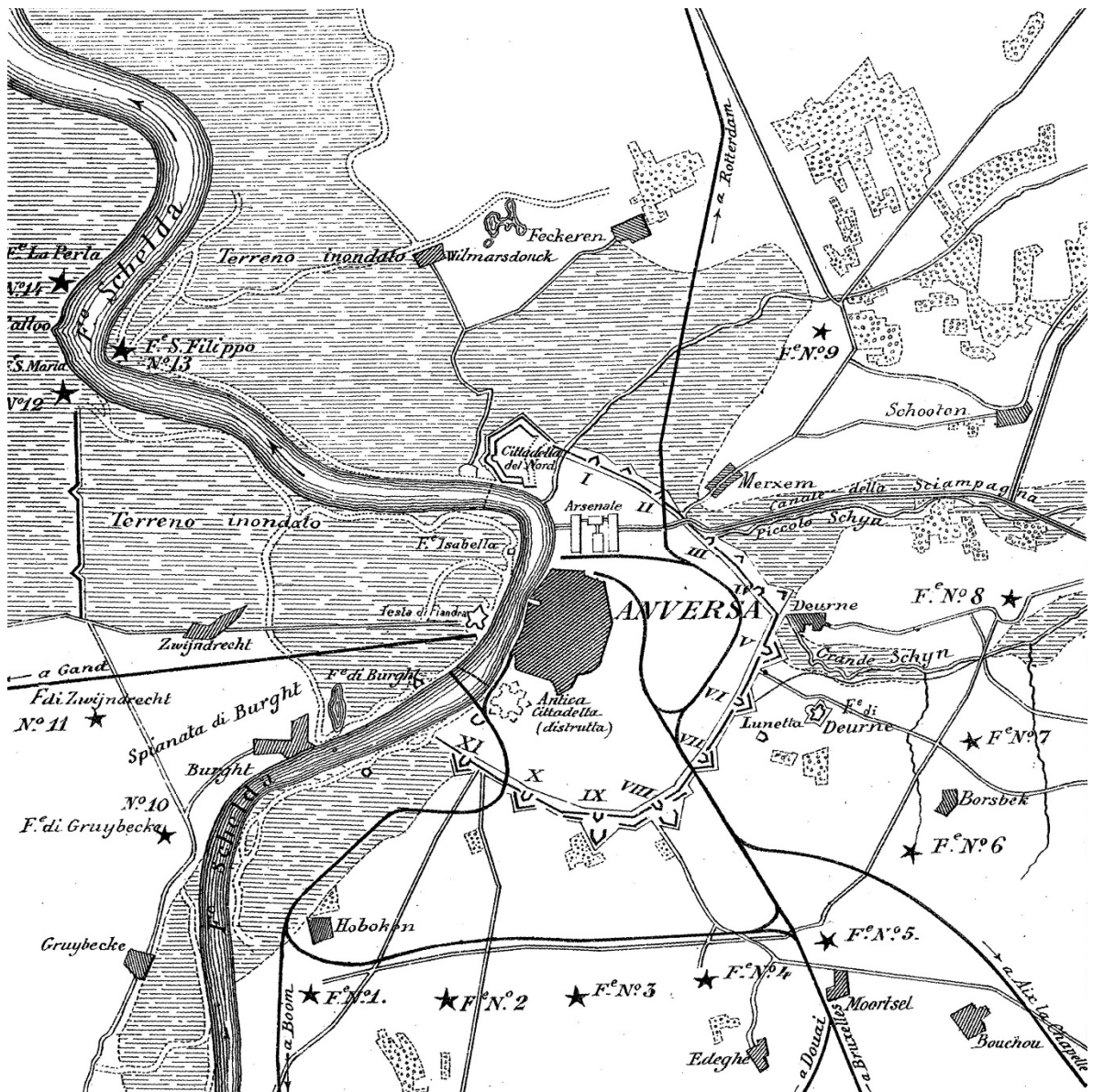


Figura 1.

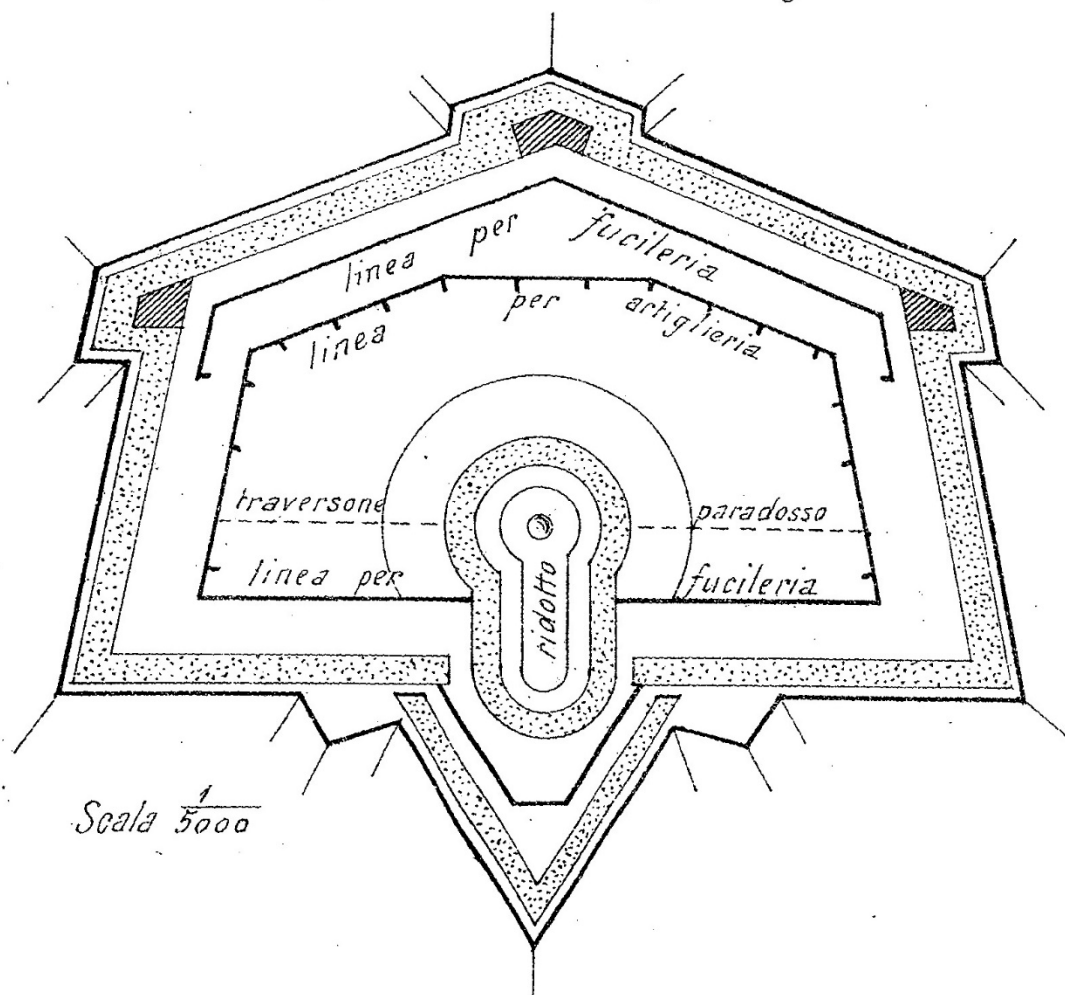


Figura 2.

3.1. *L'influence du tir plongeant et des obus-torpilles sur la fortification* e la crisi degli ingegneri militari

L'impiego della fortificazione ha seguito, come ogni altro ramo dell'arte militare, una continua evoluzione, corrispondente a quella dei procedimenti tattici derivanti dai progressi ottenuti nei mezzi e nei metodi d'offesa e di difesa.

La comparsa delle granate torpedini cariche di alto esplosivo, l'adozione delle spolette a doppio effetto e ad azione ritardata e l'aumentata precisione del tiro di secondo arco, impongono radicali modificazioni nella struttura di fortificazione.

I risultati delle esperienze fatte al poligono di Kummersdorf (1884) e al forte Malmaison (1886), con il tiro di granate-mine da 5 a 6 calibri di lunghezza contro volte e rivestimenti di scarpa, i cui effetti sarebbero stati talmente straordinari da impensierire giustamente qualunque ingegnere militare sull'incapacità a resistere delle opere sino ad allora eseguite o semplicemente progettate, impongono al generale belga H. A. Brialmont⁴, a soli tre anni dalla pubblicazione del volume *La fortification du temps présent* (1885)⁵, di riprendere interamente lo studio non solo dei tipi di forti, delle loro disposizioni generali e del loro armamento ma altresì quello di tutti i particolari della fortificazione (come i muri di rivestimento aderenti e distaccati, le gallerie di scarpa e di controscarpa, le caponiere, le traverse, i ricoveri ecc.), rivedendo integralmente quanto in precedenza asserito e pubblicando le nuove tesi e considerazioni nel volume *L'influence du tir plongeant et des obus-torpilles sur la fortification* (1888)⁶.

Coerentemente con la particolare situazione, lo stesso Brialmont non può fare a meno di segnalare “*le grand dessarroi*”, in cui si sono poi ritrovati gli ingegneri militari⁷.

Molti propongono di costituire i campi trincerati con una cintura di forti disposti solamente per una difesa con la fanteria e di stabilire le artiglierie nelle batterie improvvisate degli intervalli; altri di ritirare l'armamento dei forti esistenti per collocarlo su piattaforme circolanti sopra un binario protetto da uno spalleggiamento o da un semplice spalto; altri di stabilire l'armamento attorno ai forti e a grande distanza da questi per preparare e appoggiare dei movimenti offensivi contro l'attaccante, oppure di

⁴ Oltre al merito di aver raccolto quante più notizie sugli studi e sulle esperienze che si sono fatte presso tutti gli Stati di Europa, tanto nel campo dell'artiglieria, quanto in quello della fortificazione, Brialmont ha il merito di trarne immediatamente dei logici corollari evidenziando anche notevoli doti nel tradurre in forme concrete i propri concetti circa il modo di trasformare la fortificazione affinché si mantenga sempre in grado di rispondere al proprio compito, di fronte ai rapidi progressi che si registrano nel campo dell'artiglieria.

⁵ H. A. Brialmont, *La fortification du temps présent*, Bruxelles 1885.

⁶ H. A. Brialmont, *L'influence du tir polygonal et des obus – torpilles sur la fortification*, Bruxelles 1888.

⁷ F. Lo Forte, *Ancora il ferro nella fortificazione (a proposito di un libro del generale Brialmont)*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1888, p. 9.

sostituire i forti con una o più linee di torri girevoli che si sostengono reciprocamente; in ultimo c'è chi propone di erigere dei forti senza fossato né fiancheggiamento, formati di una enorme roccia artificiale di calcestruzzo dalla quale emergono alcune torri girevoli, e nell'interno della quale siano ricavati i ricoveri, i magazzini, i laboratori, ecc.

Brialmont sostiene che in avvenire sarebbe stato necessario, come nel passato, costruire dei forti permanenti, sia per arrestare la marcia del nemico, sia per creare campi di trincerati, teste di ponte e perni strategici. Si tratta, dunque, di organizzarli ed armarli in modo che possano resistere efficacemente ai nuovi mezzi d'attacco di cui dispone l'artiglieria. Ma in qual modo, con queste modalità, si può dare alla fortificazione la voluta resistenza? «I principi della fortificazione sono invariabili come quelli della strategia. I progressi dell'armamento e della tattica non esercitano la loro influenza che sulla maniera in cui tali principi devono essere applicati».

Si rende necessario, dunque, rafforzare di molto le murature, sostituire il calcestruzzo di cemento alle murature di pietrame e laterizio, sopprimere del tutto l'armamento fisso a cielo aperto e fare larghissimo impiego delle torri girevoli a tiro diretto e indiretto: le prime a preferenza a scomparsa, ovvero oscillanti.

Dunque, il fatto che Brialmont senta l'esigenza di sostituire con nuovi tipi e nuovi particolari quelli già pubblicati nel 1885, lascia ben intendere quanto si è ancora lontani dal raggiungere la perfezione nel sistema di fortificazione, ovvero si evidenzia l'assoluta assenza di garanzia dell'impossibilità a che le nuove soluzioni proposte non abbiano ad essere presto superate da altre.

Sempre Brialmont è tuttavia convinto che sarà possibile costruire delle fortificazioni, le quali non siano da nuovi progressi, obbligate ad essere interamente riviste, giacché a suo avviso «vi è un limite alla potenza degli esplosivi e alla resistenza dei metalli, limiti che la chimica permette di segnare e ai quali si è sul punto di arrivare»⁸. Convinzione ben presto smentita dai fatti, d'altronde, come ha giustamente notato Lo Forte, «Brialmont non dice che le colonne d'Ercole della chimica e della metallurgia siano già state raggiunte. Dunque vi è dell'altro cammino da fare, prima di arrivarvi. Sarà esso lungo, sarà breve? Nella fortificazione del resto abbondano le antinomie. Il segreto del successo sta nella conciliazione dei contrari: cosa quanto mai ardua»⁹.

Una fortificazione idealmente perfetta, anche facendo astrazione di ogni possibile progresso avvenire e considerando come immanente lo stato di cose al momento in cui la si considera, è assolutamente impossibile perché essa dovrebbe soddisfare le più opposte condizioni.

⁸ F. Lo Forte, *Ancora il ferro nella fortificazione (a proposito di un libro del generale Brialmont)*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1888, p. 11.

⁹ Ivi, p. 15.

«Dovrebbe avere il massimo di estensione per agire ed il minimo di estensione per presentare il più piccolo bersaglio ai colpi del nemico; dovrebbe dominare le opere dell'attaccante e non essere veduta; dovrebbe essere ugualmente al riparo del tiro di lancio, come del tiro in arcata; dovrebbe esigere il minimo di forze; dovrebbe costare pochissimo ed opporre una resistenza assoluta, tale cioè che neppure le granate mine cariche dei più potenti esplosivi potessero, non che demolirla, lievemente intaccarla»¹⁰. Infine una piazza dovrebbe avere il minimo raggio per potere essere difesa da un pugno d'uomini ed avere i suoi forti avanzati così lontani dal nucleo, da preservar questo dal bombardamento.

Tale fortificazione non la realizzano i tipi più moderni dello Schumann, del Mougin e dello stesso Brialmont»¹¹.

«Il valore di una fortificazione è la risultante di un grandissimo numero di fattori e ch'esso non dipende soltanto dal suo valore tecnico, val quanto dire dal suo tracciato, dal suo profilo, dai materiali impiegati nella sua costruzione, dall'installazione delle sue artiglierie e dal suo ordinamento interno ed esterno. [...] Ad una meno perfetta installazione delle bocche da fuoco potrà supplire il numero e la mobilità dei pezzi; ad una deficiente resistenza delle opere e ai difetti delle loro particolari disposizioni, potrà supplire l'energia e l'intelligenza del comandante, il valore e lo slancio delle truppe»¹².

Ci si pone dunque una domanda: «Poiché tutto è provvisorio, perché mai l'ingegneria militare non si è fermata, per esempio al bastione della vecchia scuola italiana o a quella di Pagan e di Vauban? La Francia che, fino al 1870, volle mantenersi fedele al cosiddetto fronte moderno della scuola di Mézières, ha provato, a proprie spese, quel che costi il fermarsi sulla via dell'evoluzione»¹³.

«E ancora, come può uno Stato, di fronte alla valanga di tipi nuovi, tutti diversi e in contraddizione, decidersi ad impegnare somme ingenti per applicare largamente qualcuno di codesti tipi? Si può benissimo accettare il concetto che il metallo sia ormai divenuto un elemento indispensabile, forse anche essenziale della nuova fortificazione e trovarsi all'atto pratico assai imbarazzati sul modo in cui convenga meglio tradurre in atto questo concetto, nel dubbio più che fondato di commettere gli errori gravissimi, dando la preferenza a questo piuttosto che a quell'altro sistema e nella certezza quasi assoluta che, in breve volgere di anni, si sperimenterà nuovamente il bisogno di ricominciare daccapo Forse a questo non si arriverà se prima la grande prova di una guerra non sia venuta a dissipare molti dubbi, a dileguare molte illusioni o a confermare qualche previsione»¹⁴.

¹⁰ F. Lo Forte, *Ancora il ferro nella fortificazione (a proposito di un libro del generale Brialmont)*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1888, p. 16.

¹¹ Ivi.

¹² Ivi, p. 17.

¹³ Ibidem.

¹⁴ Ibidem.

3.2. La fortificazione permanente nell'ultimo ventennio del sec. XIX

«Meno di 30 anni dopo che l'apparizione delle artiglierie rigate aveva segnato profondamente l'arte fortificatoria quando il sopraggiungere di altre cause indussero nuove trasformazioni in questo ramo dell'arte militare.

Tra queste, in ordine cronologico, citiamo: l'aumento sempre maggiore verificatosi nella mole degli eserciti; il tiro curvo eseguito su larga scala con obici e mortai rigati e perfezionati; l'introduzione negli usi della guerra di sostanze esplosive più potenti della polvere; l'applicazione del principio della ripetizione e del piccolo calibro alle armi portatili, l'adozione della polvere infume¹⁵».

La precisione raggiunta dai tiri arcati eseguiti con gli obici e con i mortai rigati e l'impiego dei proietti carichi di polveri dirompenti (1885-86) rendono ben presto insufficienti i nuovi ordinamenti difensivi, sprovvisti di costruzioni casamattate capaci di resistere all'azione dei tiri di sfondo, e con le artiglierie installate all'aperto sui rampari.

L'equilibrio fra attacco e difesa rimane ancora una volta profondamente turbato a danno dei sistemi difensivi, appena che, dopo l'introduzione delle artiglierie rigate, se ne tenta il ristabilimento.

La fortificazione entra adesso in un periodo di transizione al punto da parlarsi di *fortificazione dell'avvenire*, i cui caratteri generali possono così riassumersi: «piazze a grande campo trincerato o a regione fortificata (almeno in pianura), opere relativamente piccole sulla linea principale di difesa contenenti le artiglierie negli intervalli, grande impiego di casematte metalliche mobili e di calcestruzzo cementizio¹⁶».

La Francia, dopo aver speso somme considerevoli per rafforzare le fortificazioni erette prima del 1885, ha adottato, nelle piazze costruite sulla frontiera orientale, il sistema delle piccole opere provviste di poche bocche da fuoco, con ordinamento casamattato o in torri girevoli per l'azione laterale, affidando l'azione frontale a numerose batterie mobili.

Anche in Germania prevalgono le forme sottili di rafforzamento costituite da punti d'appoggio di piccole dimensioni e da batterie lineari, con magazzini e casermette disseminate dietro la linea principale di difesa. In Belgio, sotto la guida del generale Brialmont, nel 1888 si avviano le fortificazioni della Mosa, predisposte nel costituire i punti d'appoggio di una linea di difesa con grosse opere dotate di una larga azione frontale e provviste di numerosi magazzini e locali alla prova.

¹⁵ B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, p. 87.

¹⁶ Ivi.

I forti corazzati, costruiti attorno a Liegi e Namur, con massiccio di forma simile a quello del forte Mougin, sul quale sono installate alcune torri corazzate girevoli, armate ciascuna con due cannoni di medio calibro (da 15 cm); uniche artiglierie a cui è affidata la difesa lontana (fig. 3).

«Il masso è coperto dall'antistante parapetto di terra, dal quale emerge soltanto quanto occorre perché dalle torri corazzate sia visibile il terreno esterno. ... Il numero delle torri dipende dall'importanza e dagli obiettivi dell'opera. Dal masso di calcestruzzo sorgono alcuni osservatori corazzati a scomparsa, muniti di apparecchi ottici di grande potenza, sia per esplorare, di notte, il terreno circostante, sia per inviare fasci luminosi in determinate direzioni.

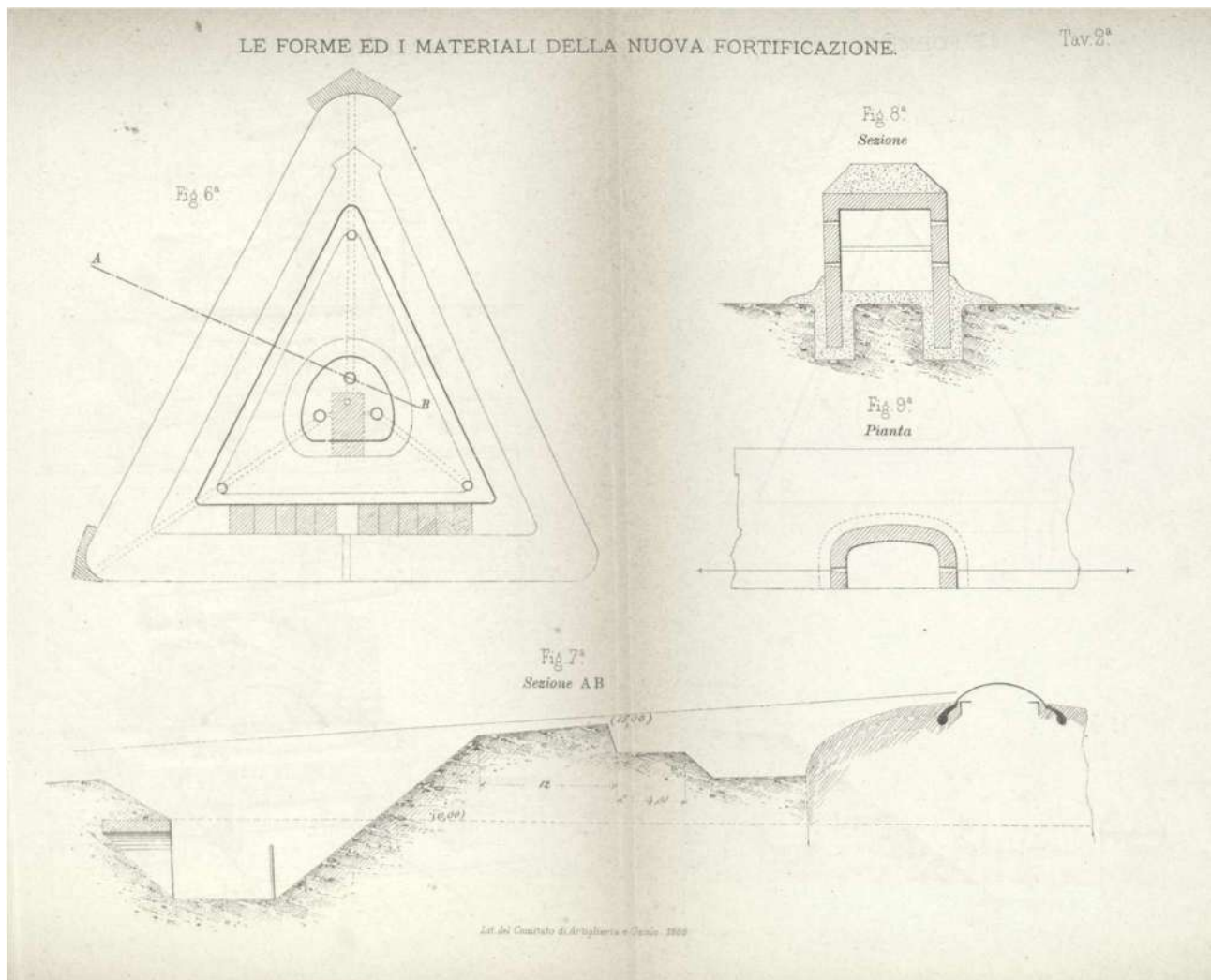


Figura 3

Il parapetto a tracciato triangolare che circonda il masso di calcestruzzo, destinato alla fucileria ed alle artiglierie a tiro celere, è provvisto di larghissima banchina; ai suoi angoli verranno installate alcune torri leggere a scomparsa, armate di cannoni a tiro rapido. Il tutto per provvedere alla difesa vicina. Il fosso ha la scarpa secondo l'inclinazione naturale delle terre e il fiancheggiamento è affidato ad alcune

piccole casematte a due piani, ricavate nella controscarpa, agli angoli, ed armate con cannoni a tiro rapido. Una galleria sotterranea pone in comunicazione i locali intagliati nel masso di calcestruzzo con le casematte di controscarpa e con i ricoveri per il presidio, situati alla gola dell'opera. ... Gli intervalli fra le opere variano da 3000 a 4000 m, e la loro distanza dal centro della città è in media di 7000 m¹⁷». Il progetto del nuovo tipo di opera proposto dal generale Brialmont per la fortificazione della Mosa (fig. 4), manifesta le tendenze proprie del periodo di transizione nel sistema di fortificazione, che inducono il generale a non affidarsi unicamente alle vecchie forme e ad esperire un tentativo di associare alle vecchie forme di fortificazione quelle dell'*avvenire*.

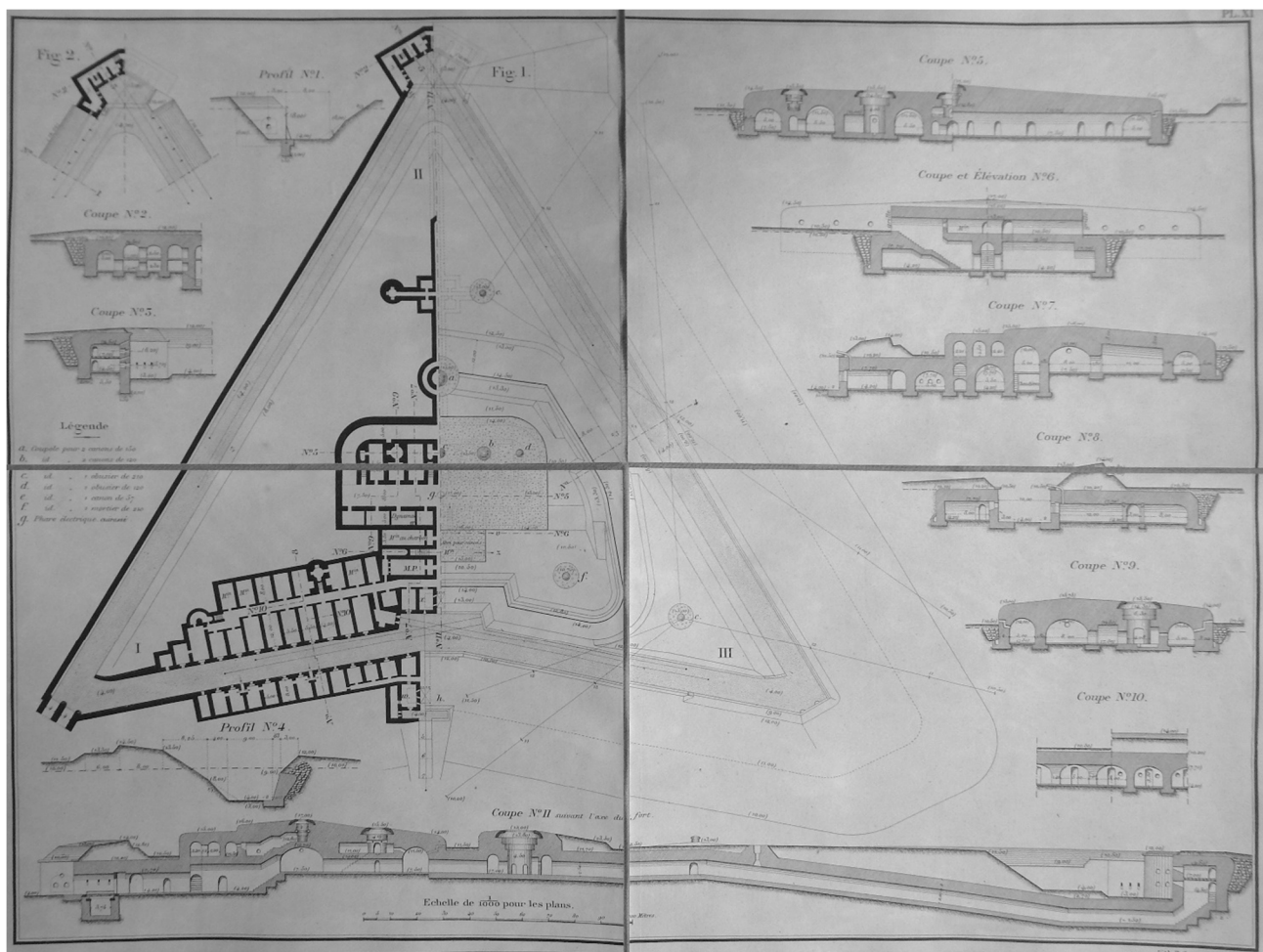


Figura 4.

Uno degli elementi della nuova fortificazione è rappresentato dal masso centrale di calcestruzzo, con torri corazzate sovrapposte che costituiscono la parte più vitale dell'opera, quella cioè, a cui è affidata la difesa lontana.

¹⁷ E. Rocchi, *Le forme ed i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1888, pp. 386-387.

Ma Brialmont non riesce a rinunciare completamente alle vecchie forme, circondando dunque il masso di calcestruzzo di un ramparo preceduto da fossato, accordando una maggiore preferenza, al tracciato triangolare, il quale, oltre a fare concorrere efficacemente alla difesa di uno dei forti il fuoco delle due opere contigue permette di disporre per il fiancheggiamento dei fossi dei due lati del fronte, le due piccole casematte sulla controscarpa presso l'angolo principale, senza pericolo che possano venire distrutte da lontano.

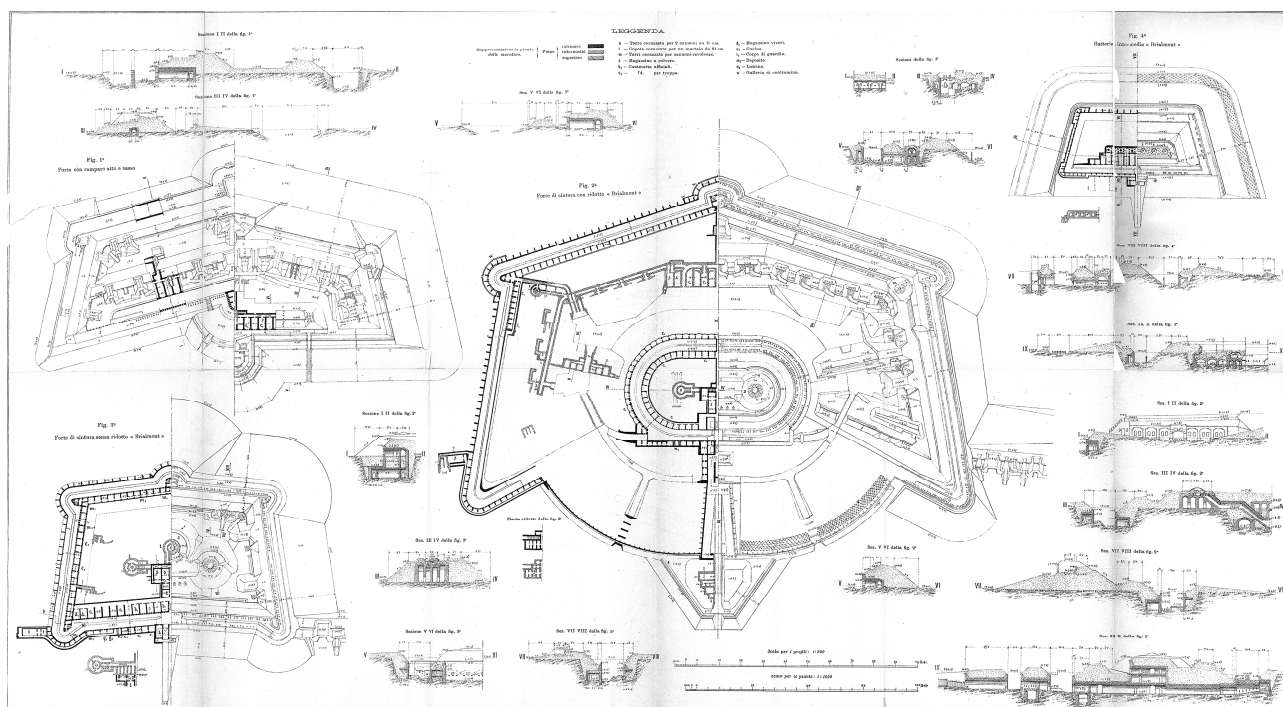


Figura 5.

Pertanto, ai vecchi elementi di tracciato e di profilo – opportunamente piegati ai nuovi bisogni della difesa – vengono associate le forme caratteristiche della nuova fortificazione. È da ritenersi tale forma di fortificazione transitoria preferibile a quello assoluto, seguito dal comandante Mougin, di rinunciare completamente alle vecchie forme?

Le differenze tra questi forti e quelli nel campo trincerato di Anversa sono essenzialmente due: l'assenza del ridotto e la sostituzione delle casematte di controscarpa alle caponiere per il fiancheggiamento dei fossati.

In Romania si segue lo stesso concetto nell'ordinamento del campo trincerato di Bucarest, a cura del generale Brialmont.

La Svizzera, nelle fortificazioni del Gottardo, costruite dopo il 1885, non si è distaccata dalle forme classiche dell'arte ed ha in massima adottato il sistema dei grossi forti corazzati.

Oltre agli accennati sistemi di rafforzamento, in molti Stati d'Europa esistono piazze forti costruite prima del 1885, poste però in sfavorevoli condizioni di resistenza in seguito al perfezionamento dei tiri arcati e dall'introduzione delle granate torpedini. Rinunciare al loro impiego, sostituendovi nuovi, più adatti e costosi sistemi di opere, stante l'impiego su larga scala dei materiali cementizi e del ferro, è un partito non sempre conciliabile con le condizioni finanziarie degli Stati. Invece, affidare la protezione di centri strategici e di posizioni importanti a fortificazioni destituite in gran parte di valore difensivo, sarebbe un partito incompatibile con la sicurezza dello Stato in cui ciò avvenga, seppur provvisoriamente.

In tali condizioni, una delle soluzioni più quotate è quella di accrescere la resistenza delle vecchie piazze, rinforzandone convenientemente le opere, modificandone l'ufficio e completando l'assetto difensivo delle piazze stesse con l'aggiunta degli elementi richiesti dalle esigenze della guerra d'assedio.

3.3. Alcune questioni relative alla fortificazione nei diversi Stati d'Europa

I grandi Stati come Francia, Inghilterra, Russia, Germania, Italia, i quali hanno già un sistema più o meno completo di difesa, costituito da un numero considerevole di *piazze forti* già terminate e marittime, di grandi campi trincerati, di teste di ponte, di forti di sbarramento etc., che di certo non avrebbero valutato dall'oggi al domani come di nessun valore investendo dunque ingenti capitali in demolizioni e nuove costruzioni per uniformarsi ai tipi più recenti, senza neppur la certezza che tali nuove costruzioni abbiano a conservare il loro valore iniziale, per un solo ventennio o per un solo decennio? Tutt'al più si perviene a qualche transazione: qualche modifica di dettaglio nelle opere esistenti e accostamenti ai tipi più recenti nelle nuove costruzioni (il Belgio adotta, per esempio, quelli del Brialmont, l'Olanda quelli del Woordouin e Scherer).

Nessuno Stato, per quanto prospero e ricco, come l'Inghilterra e la Francia, ha avuto il coraggio di adottare completamente le nuove disposizioni, piuttosto ci si limita a sperimentare qualcuno dei nuovi tipi, nel caso di nuove costruzioni. Così, nelle difese che il Belgio si appresta a costruire sulla Mosa a garanzia della sua neutralità in caso di conflitto franco germanico si applicheranno i nuovi tipi di Brialmont (dell'ultimo volume). Anche lo stato Belga non si è mai imbarcato nell'ardua impresa della trasformazione radicale del campo trincerato di Anversa, per seguire le nuove idee dello stesso autore. Al più si giunge a situazioni di compromesso, escogitando espedienti meno costosi, anche se di non uguale resistenza.

La trasformazione radicale delle fortificazioni esistenti avrebbe richiesto un lungo periodo, con il rischio, una volta terminata, di non rispondere più ai criteri di difesa a causa dei progressi che nel frattempo si sarebbero verificati o dei risultati sperimentati nei combattimenti¹⁸.

Infatti, dopo la guerra del 1870 la Francia non solo ha trasformato la piazza di Parigi, ampliando di molto quel vasto campo trincerato, ma ha dovuto creare, quasi daccapo, tutte le sue difese sulla nuova linea di frontiera verso la Germania.

Quest'ultima, a sua volta, non ha perso tempo nel trasformare le piazze forti esistenti nelle provincie conquistate, le quali, purtroppo, per la Francia non risultano affatto all'altezza dei tempi.

Per quanto riguarda l'Italia, risorta da circa un trentennio appena, nella sua legittima impazienza, avendo tutto da creare, si affretta a studiare un piano generale di difesa attuato gradatamente nelle misure delle limitate forze finanziarie.

L'Inghilterra, che forse è la prima a dare agli altri l'esempio dell'applicazione del ferro alla fortificazione, malgrado la sua grande opulenza si è fermata ai primi passi, certamente a causa delle

¹⁸ F. Lo Forte, *Ancora il ferro nella fortificazione (a proposito di un libro del generale Brialmont)*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1888, p. 22.

enormi spese non compensate dalla sicurezza, visto l'indirizzo che vanno prendendo gli studi, dalla rapidità dei progressi delle artiglierie e la conseguente necessità di rifare continuamente o, per lo meno, di ritoccare quello già fatto.

Forma complessiva della fortificazione

Per le piazze forti si conserva la forma a campo trincerato, sia per sottrarre il nucleo difeso dal bombardamento, sia per dare alla difesa uno sviluppo adeguato all'attacco, e sia anche per poter avere spazio sufficiente onde contenere i grandi eserciti che vi potevano cercare appoggio, o rifugio, si allontanarono molto di più le opere staccate dalla cinta continua, e questa, che in passato, era mezzo principale di difesa, divenne meno importante, mentre le opere staccate divennero elementi di grande importanza. Si ebbero così le piazze a *grande campo trincerato*.

Riferendoci alle forme più comunemente adottate per campi trincerati, questi si compongono delle seguenti parti: cinta continua, linea dei forti staccati e opere complementari; le prime due sono sempre di carattere permanente, mentre le opere complementari, che comprendono le batterie annesse e intermedie, gli osservatori, le stazioni fotoelettriche, le comunicazioni e gli accantonamenti, sono in parte permanenti e in parte stabilite con carattere occasionale al momento di mettere la piazza forte in stato di difesa.

In genere alla fortificazione vengono mantenute le forme *a cinta continua* e *a opere staccate*.

Cinta continua

Sono organizzate in modo da garantire il nucleo, soltanto da un attacco di sorpresa, o di viva forza: in questo caso prendono il nome di *sicurezza*; oppure, ordinate in modo da poter sostenere anche un assedio regolare, si chiamano di *assedio*. Il primo tipo è quello maggiormente usato. Le *cinte di sicurezza*, a tracciato poligonale, sono distanti dal perimetro dell'abitato di 500 o 1000 m, e costituite di fronti lunghi non più di 1200 m.

Il fiancheggiamento dei fossi è costituito da una caponiera disposta nella capitale dei fronti con una fucileria o una mitragliere. Il ramparo è profilato per fucileria, con un comando di 5 o 7 m, tranne negli angoli dove generalmente è posta una piazzuola per 2, o 3 bocche da fuoco di medio calibro, compresa fra due traverse da ramparo.

Linea dei forti staccati

La distanza delle linee delle opere staccate, dalla cinta, è stabilita in modo da sottrarre il nucleo al bombardamento; poiché la gittata massima dei cannoni d'assedio contro bersagli molto grandi (come una città) è di 7500 m e la gittata utile delle stesse artiglierie che armano i forti contro bersagli piccoli (come le batterie d'assedio) è di m 3000 circa, la distanza su indicata deve essere di m. $7500 - 3000 =$ m 4500.

I forti sono posti a una distanza di circa 4000 m l'uno dall'altro così da poter battere efficacemente, con fuochi incrociati, i tratti di terreno interposti e di più per obbligare l'avversario ad eseguire lavori d'assedio, non soltanto contro un forte, ma contro gli altri due laterali per non correre il rischio di essere sopraffatto dalle artiglierie di questi ultimi.

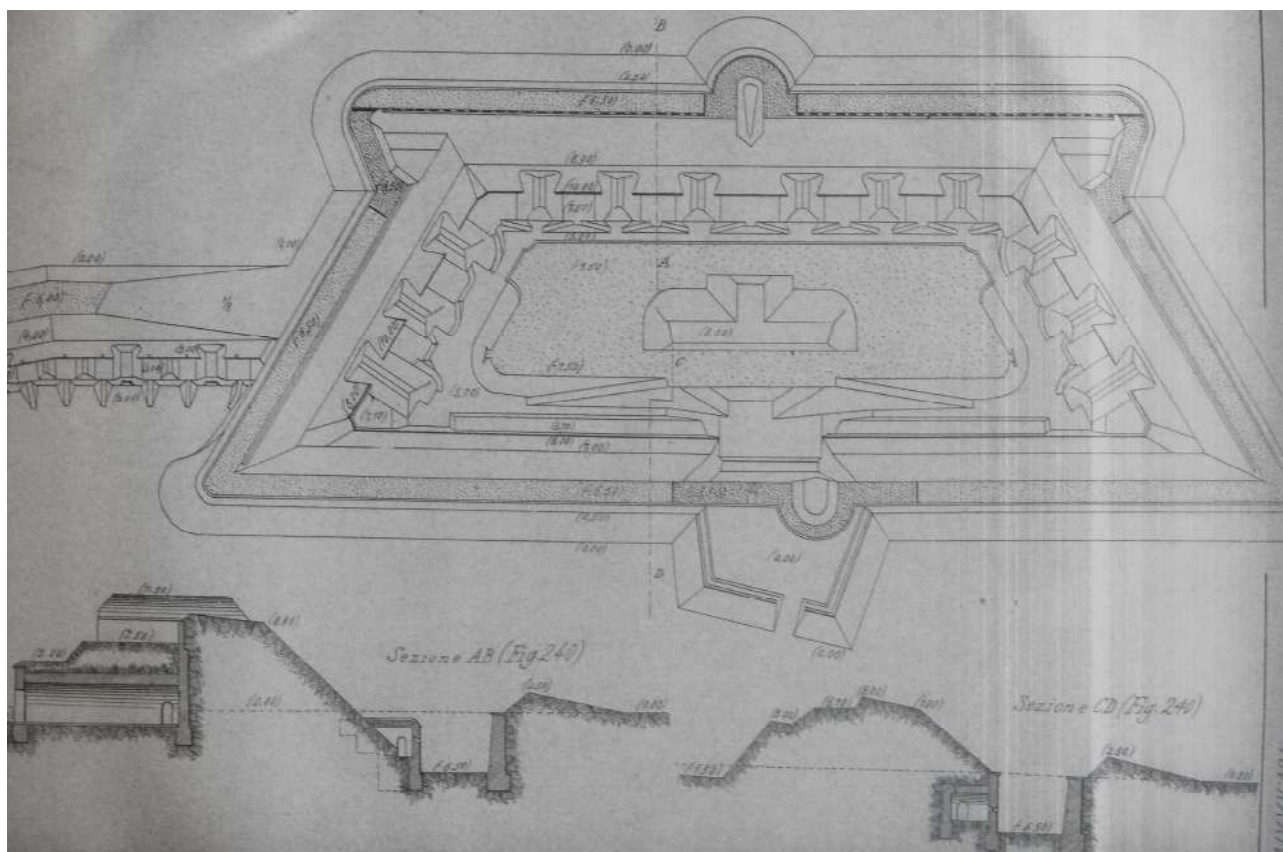


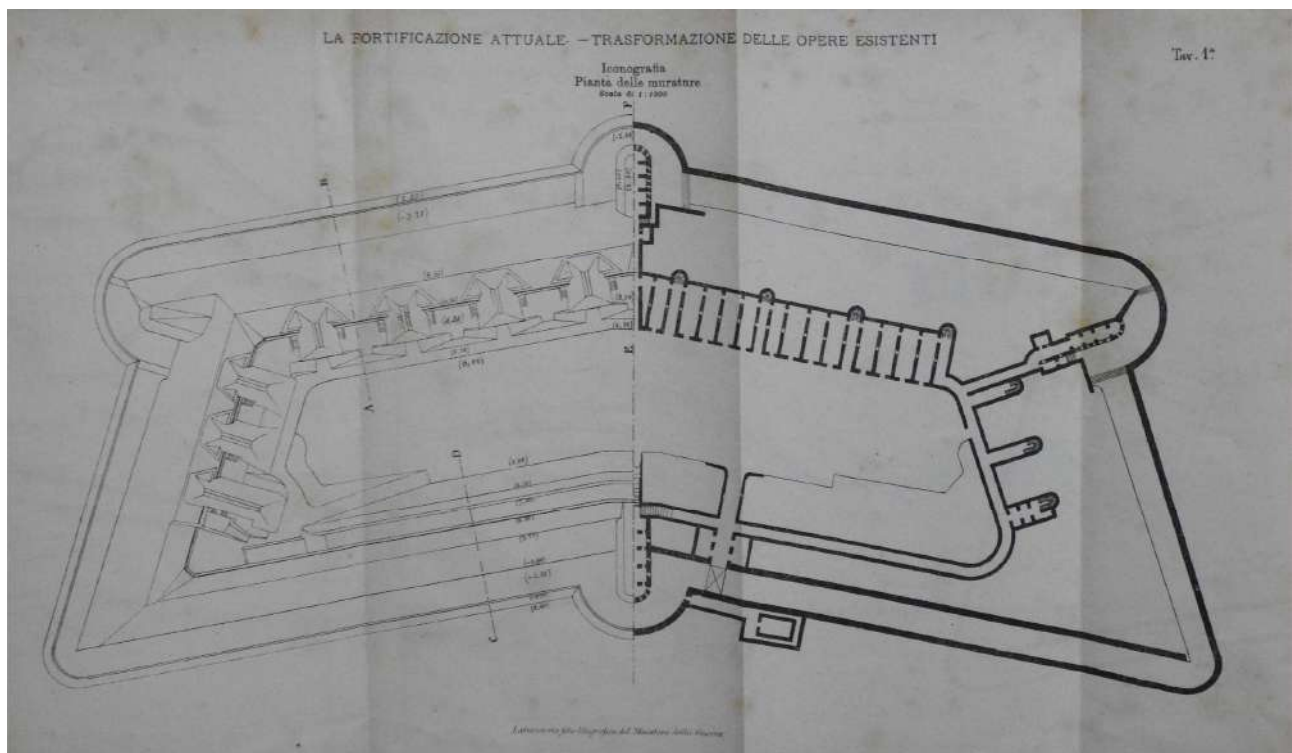
Figura 6.

La grandezza dei forti staccati, e quindi il loro armamento, dipende dalle condizioni del terreno d'attacco, ma in massima si armano con 25-40 bocche da fuoco di medio calibro ordinate a cielo scoperto, e contenenti un presidio di 3-4 compagnie di fanteria più un riparo di artiglieria da fortezza e del genio; complessivamente da 200-400 uomini e quindi, in totale, un presidio di 1200 uomini circa.

Per i forti si sceglie una forma trapezoidale o pentagonale molto schiacciata; si costruirono con terra e muro e con ramparo spesso semplice, ma qualche volta a più ordini di fuoco ordinati a cielo scoperto. La fig. 6 rappresenta un tipo di forte studiato dal colonnello del genio austriaco Tunkler adottato con poche modificazioni nelle piazze dei forti tedeschi e nei campi trincerati di Roma e Mestre.

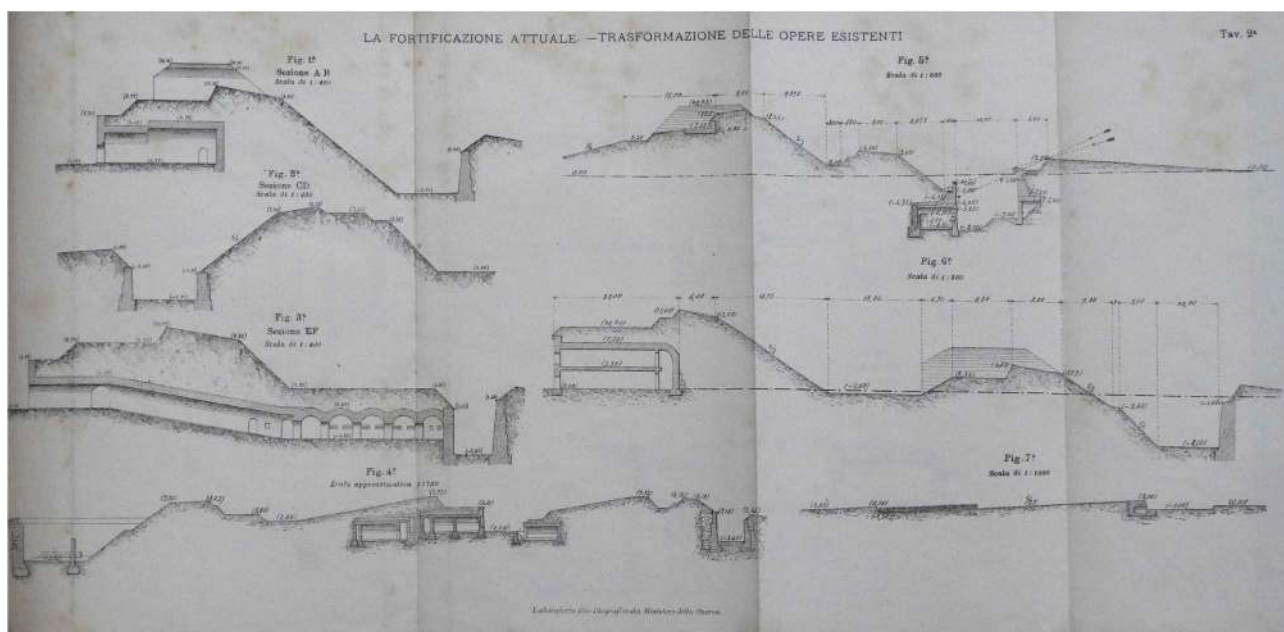
Il forte di modello Prussiano e sue trasformazioni

I forti staccati dei campi trincerati eretti nell'ultimo ventennio dell'Ottocento in Austria, Germania, Russia e in Italia sono conformati al tipo Tunkler e pertanto, in ragione della sempre più aumentata precisione del tiro arcato e a shrapnel, le proposte di trasformazione vengono conseguentemente destinate alle opere di questo tipo per permettere loro di resistere ai nuovi mezzi d'attacco¹⁹.



Tav. 1.

¹⁹ E. Rocchi, *La fortificazione attuale. Trasformazione delle opere esistenti*, Roma 1892.



Tav. 2.

Le principali disposizioni difensive e di ordinamento interno dell'opera sono le seguenti:

- «- fronte anteriore e fianchi: le artiglierie installate a barbetta sul ramparo; riparate frontalmente dal parapetto; lateralmente dalle traverse. Piazzuole doppie sulla fronte; semplici sui fianchi.
- fronte di gola: parapetto sistemato per la fucileria e per l'artiglieria di campagna;
- locali alla prova: i ricoveri per il presidio disposti sotto il terrapieno della fronte principale; il magazzino da polvere sotto lo spalto della fronte di gola;
- ingresso e comunicazioni: l'ingresso attraverso il fosso di gola su di un ponte levatoio; le comunicazioni assicurate da una galleria alla prova che percorre tutta l'opera;
- fosse e organi di fiancheggiamento: il fosso con la sola controscarpa rivestita; il fiancheggiamento ottenuto mediante caponiere;
- armamento: bocche da fuoco da difesa sulla fronte principale (sedici) e sui fianchi (sei); artiglieria da campagna sulla fronte di gola²⁰».

Le opere di tipo Tunkler, sotto molti aspetti sono da ritenersi rispondenti alle esigenze della difesa dell'epoca.

Il tracciato poligonale ha consentito di assegnare alle opere stesse una limitata profondità in relazione al grado di previsione raggiunto dai tiri arcati eseguiti con le artiglierie rigate.

²⁰ E. Rocchi, *La fortificazione attuale. Trasformazione delle opere esistenti*, Roma 1892, pp. 22-23.

Le masse di terra, di spessore notevolmente superiore rispetto a quelle delle artiglierie lisce, vengono progettate in modo da resistere alla cresciuta penetrazione dei proiettili oblungi e, così, gli effetti di scoppio delle granate dovute a cariche interne di polvere ordinaria, non hanno prodotto danni troppo sensibili nei parapetti e nelle coperture di terra.

«Le murature si trovano completamente sottratte all'azione dei tiri indiretti. Le artiglierie installate all'aperto, sui rampari, sono da ritenersi sufficientemente defilate contro i tiri frontali del ciglio del parapetto e contro i tiri d'infilata delle traverse. I ricoveri del presidio, costituiti da locali interrati e disposti sotto il terrapieno, in sostituzione delle caserme prima posizionate nei cortili interni delle opere, sono progettati in modo da resistere all'azione dei tiri di sfondo. Il fiancheggiamento dei fossi è invece assicurato dalle grosse capponiere di muratura²¹».

Il perfezionamento del tiro arcato eseguito dagli obici e dai mortai rigati e l'impiego delle sostanze esplodenti come cariche interne dei proiettili hanno posto i forti del tipo in esame in condizioni di decisa inferiorità rispetto ai coevi procedimenti dell'attacco.

Al riguardo, prendiamo in considerazione, in relazione ai nuovi mezzi di offesa: la profondità delle opere del tipo Tunkler; i materiali impiegati nella loro costruzione e gli spessori assegnati alle masse di protezione; la tutela delle artiglierie e del personale al loro servizio; la resistenza contro gli attacchi di viva forza.

Per quanto attiene alla *profondità delle opere* del tipo Tunkler, l'importanza dei risultati, che è possibile ottenere su di un'opera di fortificazione sottoposta a un bombardamento eseguito da obici e da mortai rigati, dipende in primo luogo dalla precisione del tiro arcato. Questa è rappresentata dalla larghezza o profondità della striscia orizzontale che contiene la metà dei colpi utili.

I dati riportati nella seguente tabella danno un'idea della precisione che si può raggiungere con il tiro arcato a granata eseguito da alcune artiglierie corte – obici e mortai – d'assedio, italiane ed estere.

²¹ E. Rocchi, *La fortificazione attuale. Trasformazione delle opere esistenti*, Roma 1892, pp. 24-25.

Indicazione della bocca da fuoco	Dist. m	Profondità della striscia del 50% dei colpi	Indicazione della bocca da fuoco	Dist. m	Profondità della striscia del 50% dei colpi
<i>Obice italiano da 15 GR</i> Ret. Peso del proietto 30,40 kg.	1600	17,00	<i>Mortaio francese da 220.ARC</i> Ret. Peso del proietto, 98 kg	1.400	11,80
	2600	29,00		2.000	14,40
	3600	41,00		3.000	18,80
	4500	51,00		4.000	27,20
<i>Mortaio italiano da 15 AR</i> Ret. Peso del proietto 30,40 kg.	1700	27,00	<i>Mortaio tedesco da 21 BR</i> Ret. (Mod. 1871) Peso del proietto, 77,50 kg.	4.600	35,20
	2550	32,00		5.000	40,80
	3000	41,00		5.200	44,80
	3500	54,00		1.600	11,60
<i>Obice italiano da 15 GRC</i> Ret. Peso del proietto 79,092 kg.	1600	19,00	<i>Mortaio austriaco da 21 BR</i> Ret. (Mod. 1880) Peso del proietto, 94 kg	2.000	24,00
	2500	27,00		3.000	36,50
	3000	31,00		3.900	42,00
	3700	38,00		2.500	24,00
<i>Mortaio italiano da 15 AR</i> Ret. Peso del proietto (granata-mina) 124,54 kg.	4400	44,00	<i>Mortaio russo da 20 ARC</i> Ret. (Mod. 1877 da 8 pollici). Peso del proietto, 78,40 kg.	3.000	26,00
	4800	47,00		3.500	29,00
	2400	8,00		4.000	33,00
	2700	11,00		4.500	36,00
	3000	14,00		5.000	38,00
	3600	17,00		5.500	42,00
	4050	23,00		5.750	44,00
				4.100	24,00
				5.000	32,00
				5.700	40,00

Tab. 1. da E. Rocchi 1892, p. 26.

Emerge chiaramente che le opere di fortificazioni con profondità superiore a 50 metri accoglieranno al loro interno la metà circa dei colpi lanciati dagli obici e dai mortai rigati d'assedio a distanze superiori a 4000 m. Di conseguenza, il bombardamento dei forti con tale profondità – circa 70 m, calcolata fra i cigli di fuoco della fronte anteriore e della fronte di gola – è un'operazione che l'assalitore può intraprendere, con grandissima probabilità di successo, a distanze di 4000 m e anche maggiori.

La difficoltà di centrare il tiro arcato che, alle anzidette distanze, può divenire considerevole quando si tratti di bersagli poco appariscenti, è minima per le opere del tipo Tunkler che, l'alto rilievo dei parapetti sul terreno esterno e, soprattutto, l'addentellato delle traverse sul fondo luminoso dell'aria, rendono nettamente visibili anche a distanza di parecchi chilometri.

Per l'accresciuta forza viva dei proiettili oblungi, dovuta all'aumento delle loro velocità iniziali e, principalmente, per lo spessore degli effetti che nelle terre e nelle sabbie produce l'esplosione di proiettili carichi di sostanze dirompenti, i parapetti e le coperture di terra, a meno di assumere spessori eccezionali, si trovano destituite di qualsiasi resistenza.

«Le murature ordinarie – di laterizi o di pietrame – per gli stessi spostamenti che le granate torpedine producono nelle strutture murali mancanti di omogeneità, sono affatto impotenti a sostenere l'azione di scoppio e a localizzarne gli effetti²²».

Gli effetti di scoppio delle granate-torpedine, nei terreni e nelle murature, sono stati determinati da molteplici esperienze eseguite principalmente in Francia, in Germania e nel Belgio.

Da tali esperienze è stato posto in rilievo che le volte in muratura ordinaria, anche se di considerevole spessore, non sono state in grado di resistere all'azione dei colpi e che, collocando sopra le volte stesse uno strato di terra inferiore a 8-10 m, si rendono più gravi gli effetti dello scoppio.

Dunque, si rileva che:

- 1.- l'allungamento dei proiettili non esercita una sensibile influenza sulla precisione del tiro;
- 2.- gli effetti di penetrazione e di scoppio delle granate torpedine nelle terre e nelle murature potranno aumentare con il crescere del calibro dei mortai, della lunghezza dei proiettili e della quantità dell'esplosivo che costituisce la carica interna²³.

Dalle considerazioni fatte risulta chiaro che, nei forti del tipo di quello preso in esame, le masse di protezione sono assolutamente deficienti, sia per il loro spessore, sia per la natura dei materiali impiegati, e che, soprattutto le volte dei locali destinati a ricoveri e magazzini, costituite da muratura ordinaria – spesse 1 m, con sovrastante strato di terra di spessore inferiore a 4 m (Tav. 2, fig. 1) – non sono in grado di resistere agli attuali tiri di sfondo; si confronti la tabella sopra riportata.

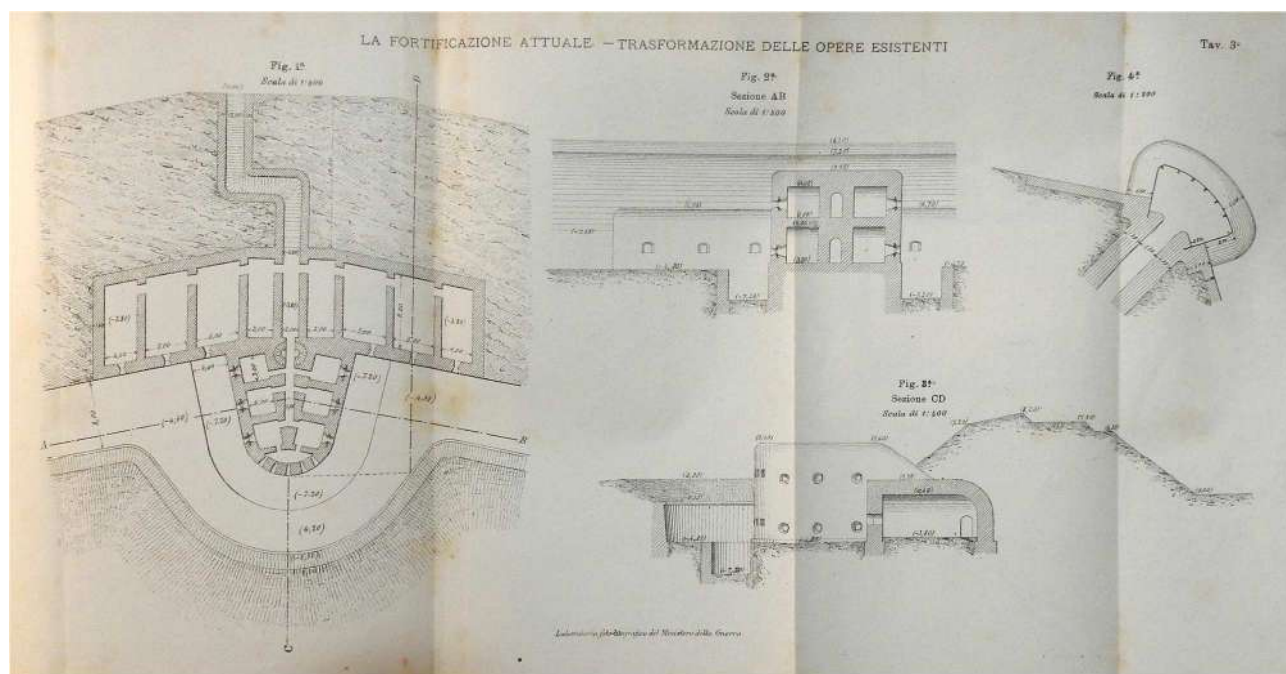
²² E. Rocchi, *La fortificazione attuale. Trasformazione delle opere esistenti*, 1892, p. 28.

²³ In merito a quest'ultimo punto, in Francia, è allo studio un mortaio rigato da 270 mm, il quale senza oltrepassare il peso di quello da 220 mm, potrà lanciare una granata-torpedine del peso di 120 Kg, con carica interna di 40 a 45 kg di melinite. Cfr.: E. Rocchi, *La fortificazione attuale, trasformazioni delle opere esistenti*, parte 1 e 2, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1892, p. 30.

Per quanto attiene alla *tutela delle artiglierie e del personale addetto al loro servizio*, con l'ordinamento a cielo scoperto, nei forti del tipo Tunkler manca qualsiasi tutela al materiale e al personale di servizio.

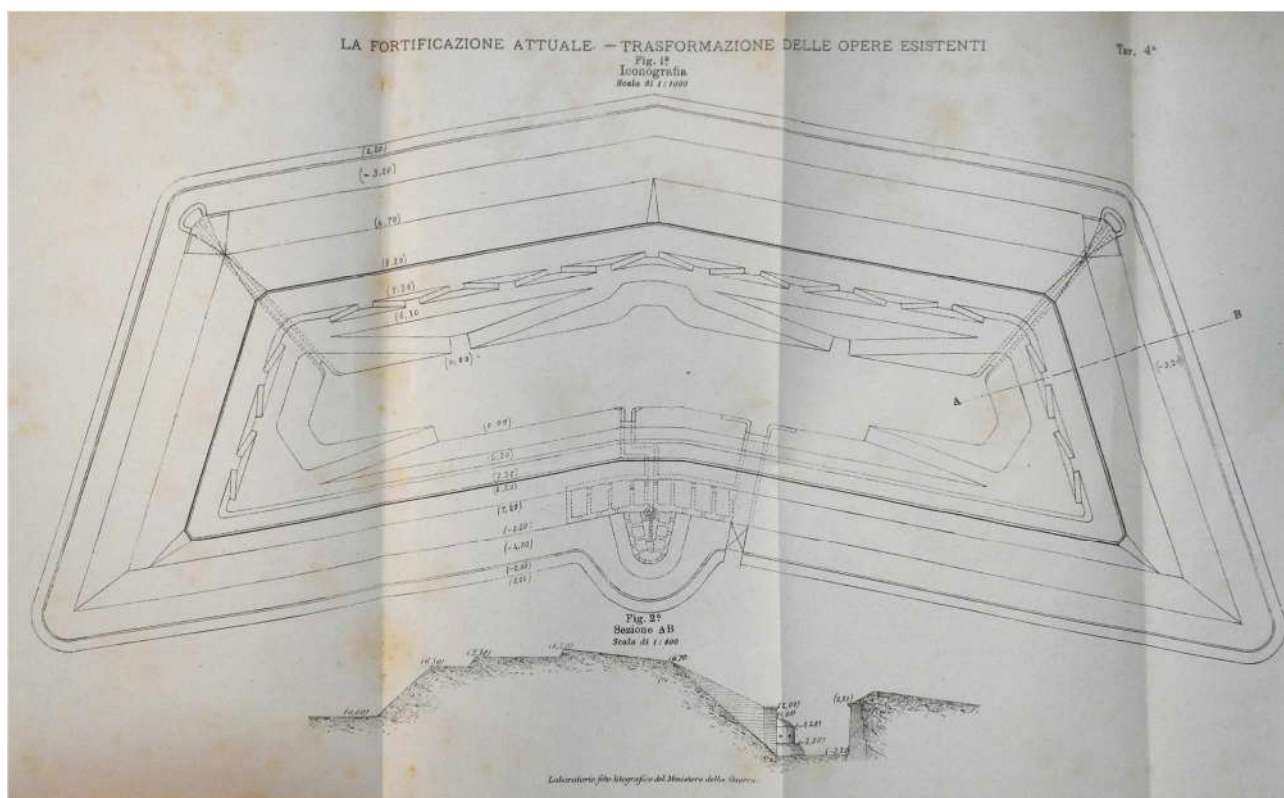
In sintesi, i lavori di trasformazione che hanno reso le opere, atte a respingere un attacco di viva forza, sono i seguenti:

«a. abbassamento del ciglio di fuoco, e la demolizione delle traverse; b. rimozione delle grosse artiglierie da difesa installate allo scoperto sui terrapieni della fronte anteriore e dei fianchi, e l'adattamento dei terrapieni stessi all'impiego della fanteria e dell'artiglieria leggera, da collocarsi in batteria al momento di respingere un assalto; c. l'abbandono degli esistenti locali alla prova, e la costruzione di nuovi, in condizioni da resistere ai tiri di sfondo dei più potenti proietti esplodenti; d. la demolizione delle grosse capponiere di muratura e la costruzione di organi di fiancheggiamento i quali, per la resistenza specifica dei materiali impiegati e per il ristretto bersaglio che presentano, risultano indistruttibili dai tiri lontani²⁴».



Tav. 3.

²⁴ E. Rocchi, *La fortificazione attuale. Trasformazione delle opere esistenti*, 1892, p. 40.



Tav. 4.

Come si rileva dal nuovo profilo trasversale (Tav. 4, fig. 2), il ciglio di fuoco della fronte anteriore e dei fianchi viene abbassato alla quota di 8,20 m, cioè alla stessa quota di quello della fronte di gola, e tutto il terrapieno alto è da convertire in un'ampia banchina riservata all'impiego della fucileria e dell'artiglieria leggera.

L'altezza d'appoggio o ginocchiello si è fissato di 0,90 m. Numerose rampe di terra, della pendenza di $1/6$, vengono progettate in modo da assicurare, in ogni caso, le comunicazioni fra la banchina e il terrapieno basso e fra questo e il piazzale interno. Le trasformazioni del terrapieno alto della fronte anteriore e dei fianchi in un'ampia banchina, dove si possono al momento opportuno schierare in batteria numerose artiglierie leggere, risponde al concetto dell'impiego su larga scala dei cannoni a tiro celere e delle mitragliere per la difesa vicina.

Certo è che i lavori di trasformazione anzidetti non apportano variazioni alle linee generali d'impianto dell'opera presa in esame, la quale, a lavori eseguiti, presenterà lo stesso ampio bersagli orizzontale. Osservando peraltro che, per l'abbassato rilievo dei cigli di fuoco e per la totale assenza di traverse, l'opera trasformata non risulta facilmente visibile da lontano; che i tiri di sfondo con le granate torpedine, i quali sono i più temibili, non possono produrre guasti di conseguenza sulle parti di terra e non hanno presa sui nuovi manufatti di calcestruzzo cementizio; si deve riconoscere che, con il bombardamento eseguito dai grossi mortai rigati, anche da distanze inferiori a 4000 m, sull'opera non

si ottengono risultati decisivi, e che questa si troverà sempre in grado di esercitare l'azione laterale e di respingere gli attacchi di viva forza. La tabella che segue indica l'ammontare approssimativo delle opere di muratura necessarie alla costruzione della batteria casamattata, dei ricoveri alla prova e delle capponiere.

INDICAZIONE DELLE OPERE	Qualità della muratura	Volume in m³	Prezzo del m³	Importo
				Lire
<i>Batteria casamattata.</i>				
Volte, copertura alla prova e muri esterni.	Calcestruzzo di cemento ad 1/4	675	40	27.000
Piedritti e muri interni.	Id. id. ad 1/6	290	25	7.250
Fondazioni.	Id. di calce e pozzolana	330	16	5.280
<i>Ricoveri di gola.</i>				
Volte alla prova.	Calcestruzzo di cemento ad 1/4	730	40	29.200
Muri perimetrali e piedritti.	Id. id. ad 1/6	610	25	15.250
Fondazioni.	Id. di calce e pozzolana	480	16	7.680
<i>Galleria d'accesso ai ricoveri di gola ed alla baTteria casamattata.</i>				
Volte alla prova.	Calcestruzzo di cemento ad 1/4	70	40	2.800
Piedritti.	Id. id. ad 1/6	48	25	1.200
Fondazioni.	Id. di calce e pozzolana	92	16	1.472
<i>Capponiere.</i>				
Copertura e basamento.	Calcestruzzo di cemento ad 1/4	80	40	3.200
Fondazioni.	Id. di calce e pozzolana	70	16	1.120
<i>Galleria d'accesso alle capponiere.</i>				
Volte alla prova.	Calcestruzzo di cemento ad 1/4	85	40	3.400
Piedritti.	Id. id. ad 1/6	60	25	1.500
Fondazioni.	Id. di calce e pozzolana	90	16	1.440
Ammontare totale				Lire 107.792

Tab. 2. da E. Rocchi 1892, p. 50.

3.4.Considerazioni e sviluppo della fortificazione corazzata

Da quanto finora esposto si evince che la fortificazione ha attraversato un periodo di tentativi, anziché di assoluta trasformazione, e risulta di notevole interesse per l'ingegnere militare l'esame delle modalità che accompagnano l'evoluzione della stessa attraverso lo sguardo a quanto si va preparando e realizzando presso i diversi Stati, giacché solo da tale studio potrà trarne qualche indirizzo pratico per l'ingegneria militare.

In questo frangente, tutte le proposte, indipendentemente dalle modalità e dai particolari tecnici, possono riferirsi, in relazione agli obiettivi perseguiti e al numero delle batterie intermedie coinvolte, a uno dei tre ordinamenti difensivi: ordinamento dei forti corazzati; ordinamento delle fronti corazzate e in ultimo a quello della completa separazione degli organi della difesa lontana dalla vicina.

Ciascuno di essi, essendo stato propugnato da ingegneri e scrittori militari di grande valore, ha dato luogo alla formazione di due scuole fortificatorie.

La scuola delle fronti corazzate

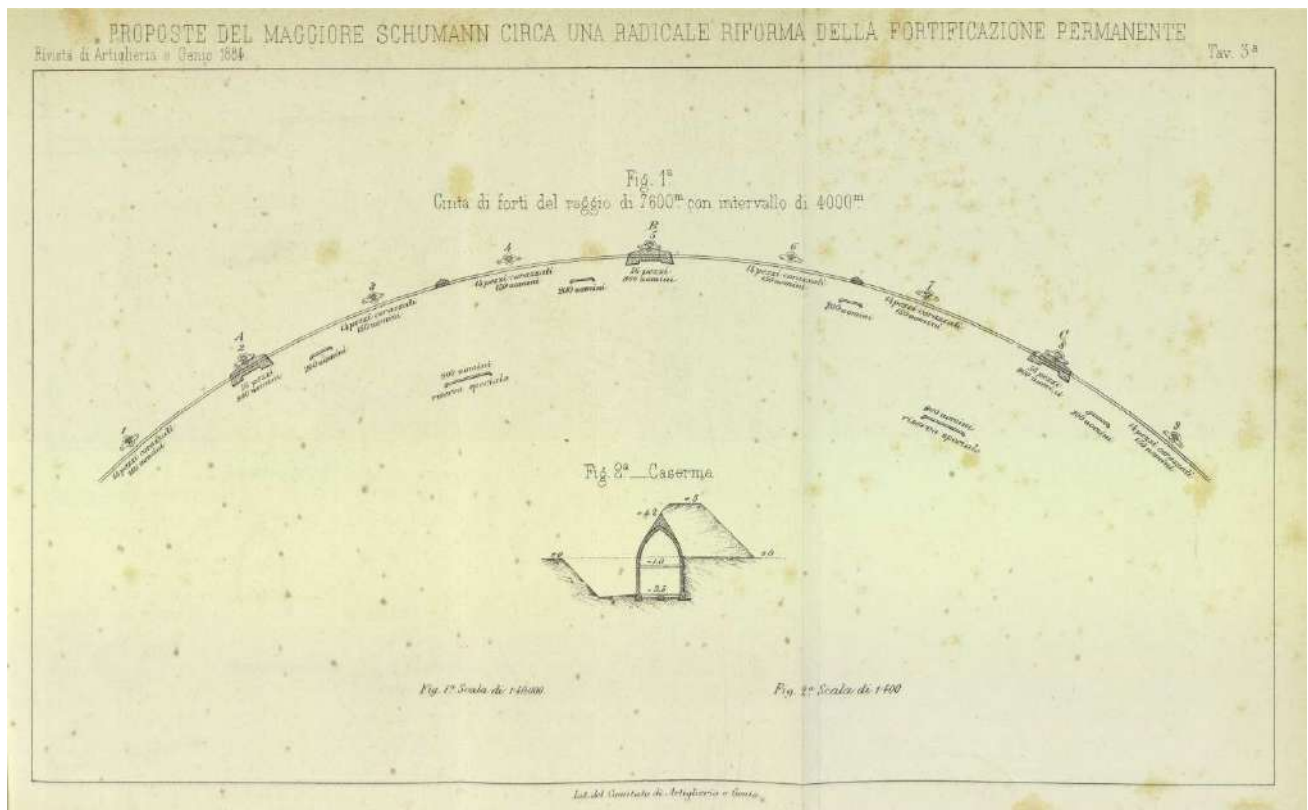
Secondo le proposte di questa scuola, il cui principale sostenitore è il von Sauer, e successivamente lo Schümann, non occorrono più le opere grandiose, «e la linea esterna risulta formata da una grande quantità di piccole opere corazzate e di calcestruzzo, scaglionate anche in profondità e disposte a brevi intervalli e distanze l'una dall'altra, così da darsi immediato reciproco appoggio e da costituire una vera fascia difensiva, larga un migliaio di metri, attorno al corpo di piazza, a distanza variabile da esso dai 4 ai 6 Km²⁵».

In questa speciale organizzazione il recinto difensivo deve essere costituito da una semplice, doppia o triplice linea di opere corazzate, poste ad intervalli di 500 a 1000 m, a mo' di scacchiera e a distanza di 1000 m circa da linea a linea²⁶. Le piccole opere sono di calcestruzzo senza fosso, armate con una torre o cupola con due bocche da fuoco, cannoni a tiro rapido e mitragliatrici, senza il concorso della fanteria nella difesa dell'opera, che viene impiegata invece per l'azione controffensiva. L'impiego di opere che offrono piccolo bersaglio all'attaccante lo obbligano conseguentemente a collocarsi in batteria a non più di 1000 m dalle opere, per poterle ridurre al silenzio, cioè dentro una zona nella

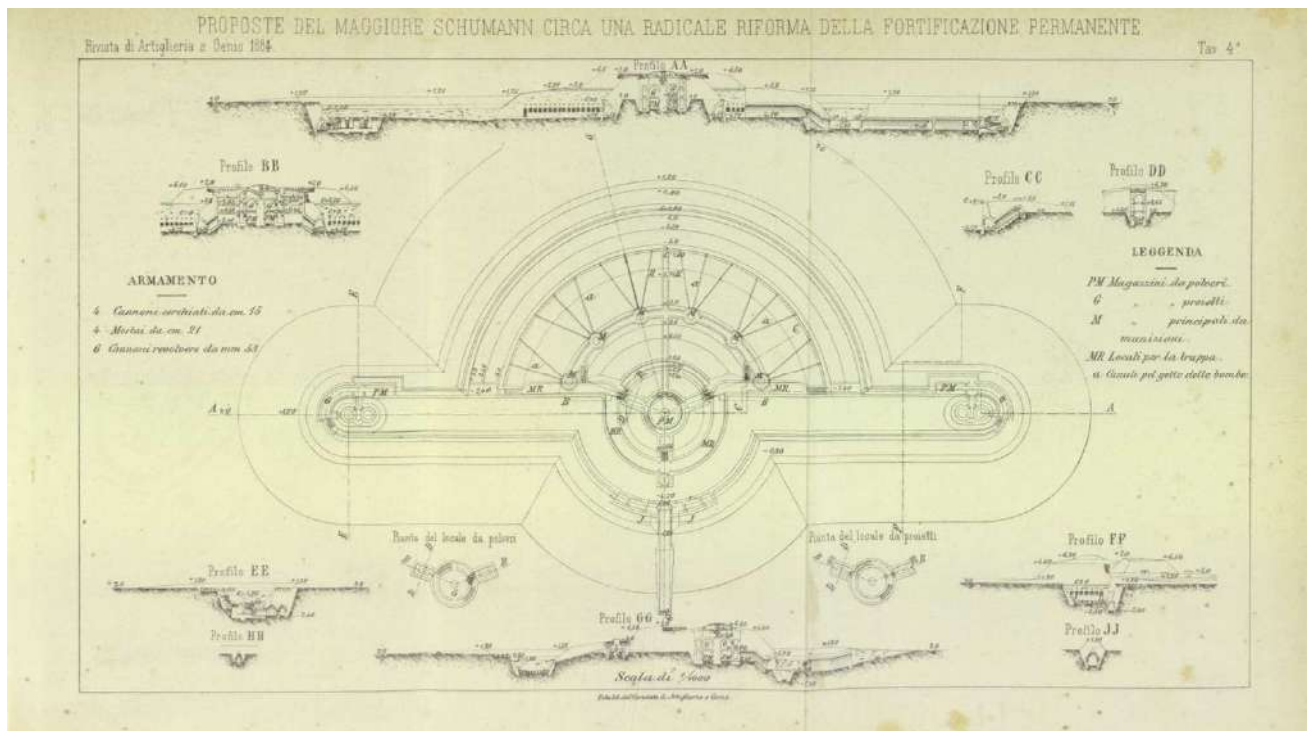
²⁵ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 48.

²⁶ Ivi, p. 49.

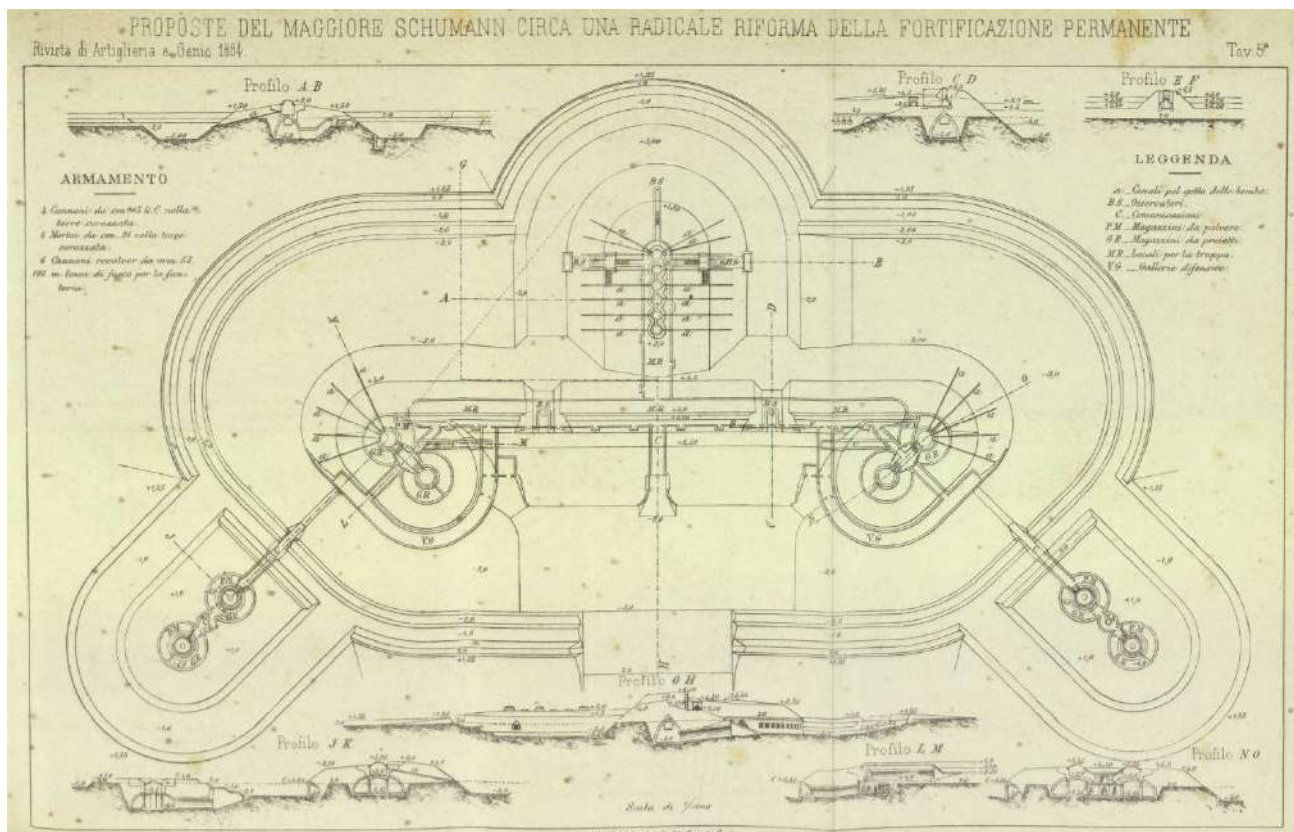
quale il difensore può infliggere enormi perdite all'attaccante, costretto poi a dover espungere successivamente le diverse linee.



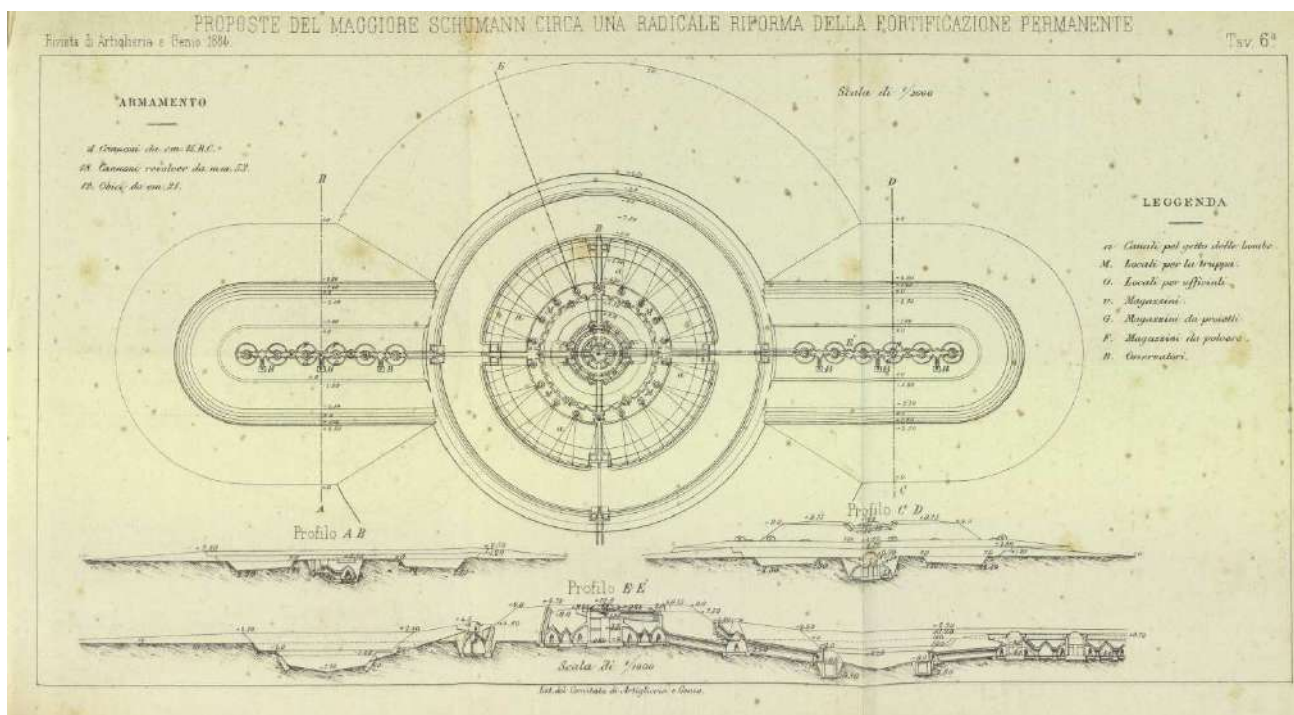
Tav. 5.



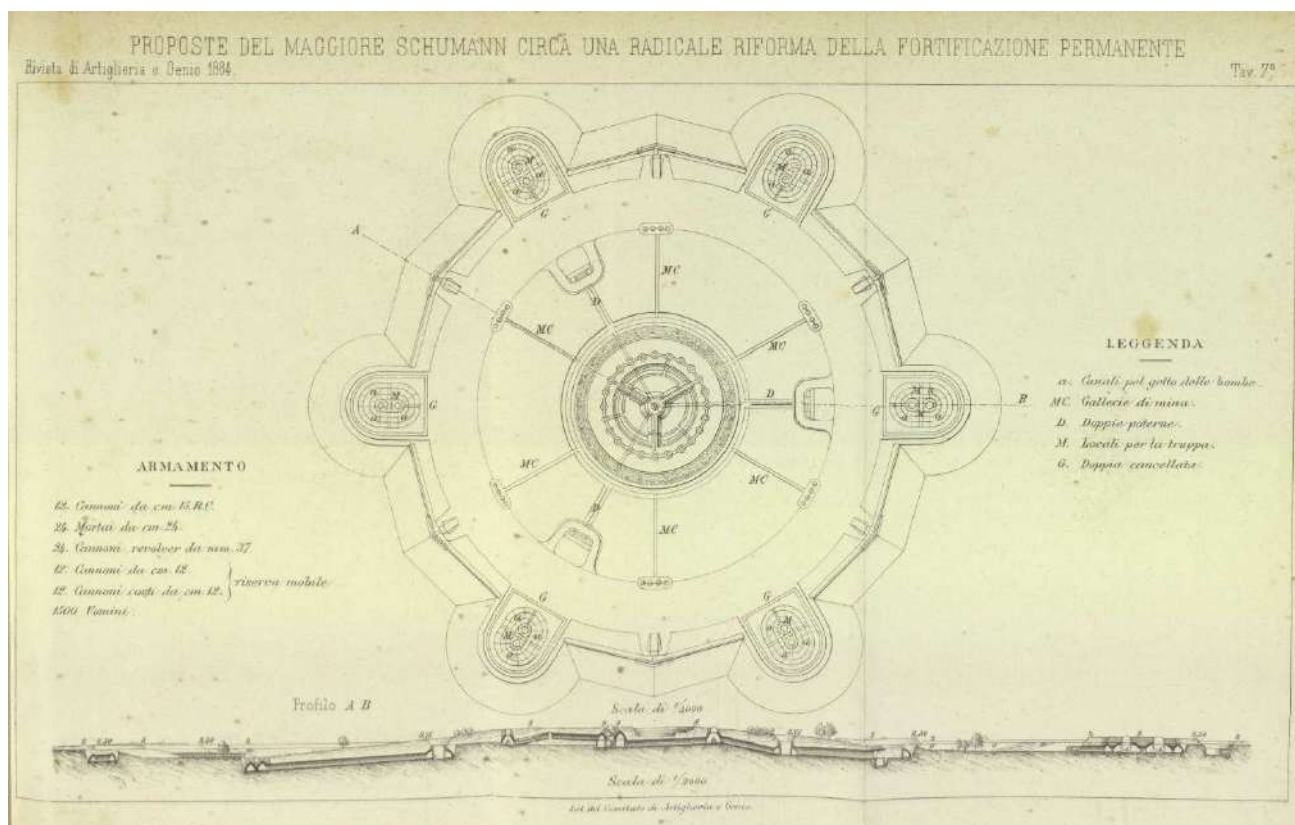
Tav. 6.



Tav. 7.



Tav. 8.



Tav. 9.

La scuola dei forti corazzati.

Al suo vertice vi è il generale belga Brialmont, il quale, nella pubblicazione *L'influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification* (1888), propone forti corazzati e nella successiva *La défense des états et la fortification* (1895), presenta lo schema dell'organizzazione della linea di cintura di un campo trincerato.

In questi scritti, dopo avere accennato alla grande influenza delle granate torpedini sugli elementi costitutivi delle opere, consiglia di conservare nei forti l'artiglieria principale della difesa, riparandola sotto corazza e di rinforzare i forti con calcestruzzo.

All'impiego delle casematte metalliche girevoli, che nell'epoca di dette proposte hanno raggiunto un buon grado di perfezionamento, viene indotto, in parte, dalle seguenti ragioni tattiche:

- settore concorsuale di tiro completo di 360°;
- caricamento più rapido per il ritorno automatico in batteria dell'affusto;
- cannoniera minima e mobile per la rotazione dopo ciascun colpo;
- economia del personale;
- protezione perfetta.

Ma, più semplicemente, da ragioni tecniche che si possono così riassumere:

- solidità del nucleo di calcestruzzo centrale;
- facilità di ricavare nelle sottocostruzioni i ricoveri alla prova per il presidio e per le munizioni.

La linea di cintura del campo trincerato, nella proposta del Brialmont non cambia sostanzialmente, a confronto dell'organizzazione del periodo precedente: infatti, è fondata sull'impiego di opere permanenti grandi e piccole, punti di appoggio tali da poter esercitare l'azione alle grandi distanze, da presentare una difesa individuale ed autonoma e da assicurare il fiancheggiamento degli intervalli, occupati con batterie permanenti ed occasionali.

Questi i concetti fondamentali di profilo e tracciato.

Profilo

Il profilo comunemente adottato per i fronti a cui appartengono è quello rappresentato dalla fig.7.

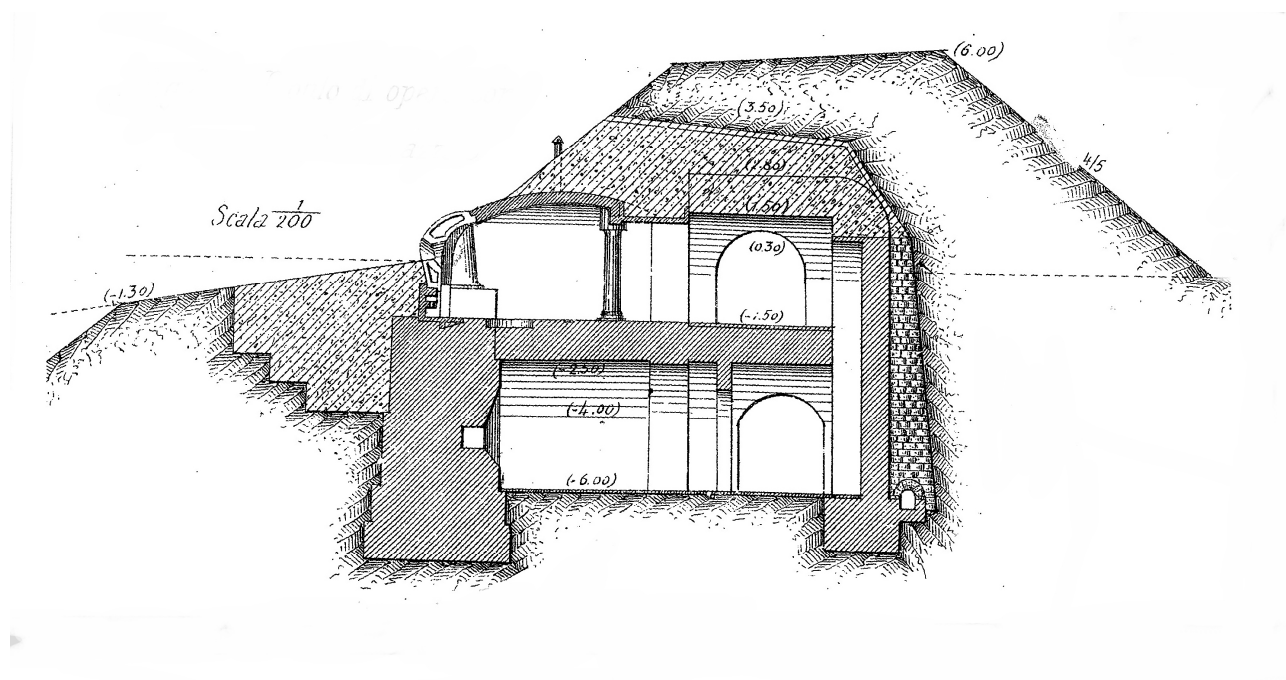


Figura 7.

Su questi fronti sono collocate le batterie corazzate per la difesa lontana, e sulla parte frontale vi è solitamente una falsabraga per fucileria per la difesa vicina. La parte di muratura retrostante alle casematte propriamente dette si fa più o meno larga a seconda delle necessità che esse svolgono: solo come comunicazione, oppure come ricovero di uomini.

Per rendere minima la larghezza dei fronti, le riserve per munizioni vengono collocate sotto le batterie, e l'ordinario (ne corrisponde una per ogni casamatta), che serve allo stesso tempo per cartocci e per proiettili. Gli altri fronti sono ordinati come nelle opere a cielo scoperto, con il ramparo sistemato per la fucileria e, all'occorrenza, con qualche piazzola per le artiglierie di piccolo calibro.

Le opere che contengono casematte metalliche mobili presentano i seguenti caratteri speciali: una massa (o ramparo) centrale, contenente una o più torri o cupole e i locali specialmente destinati al loro servizio, che assume forma diversa in base al numero e alla disposizione relativa di dette costruzioni, che devono essere complessivamente protette da terra; un ramparo ordinato per la fucileria ed occorrendo anche per artiglieria da campagna, che circonda la massa centrale, con tracciato dipendente dalla configurazione del terreno d'impianto e d'attacco e dalle esigenze del defilamento.

Talvolta, invece della fucileria per la difesa vicina, si impiegano torri a scomparsa per mitragliatrici e per cannoni a tiro rapido, disposte sul davanti del ramparo principale.

Come esempio di opera con ordinamento casamattato si offre, nella fig. 9, l'iconografia di un forte nel quale la difesa lontana è affidata a quattro cannoni da 15 installati in due cupole Gruson di ghisa indurita.

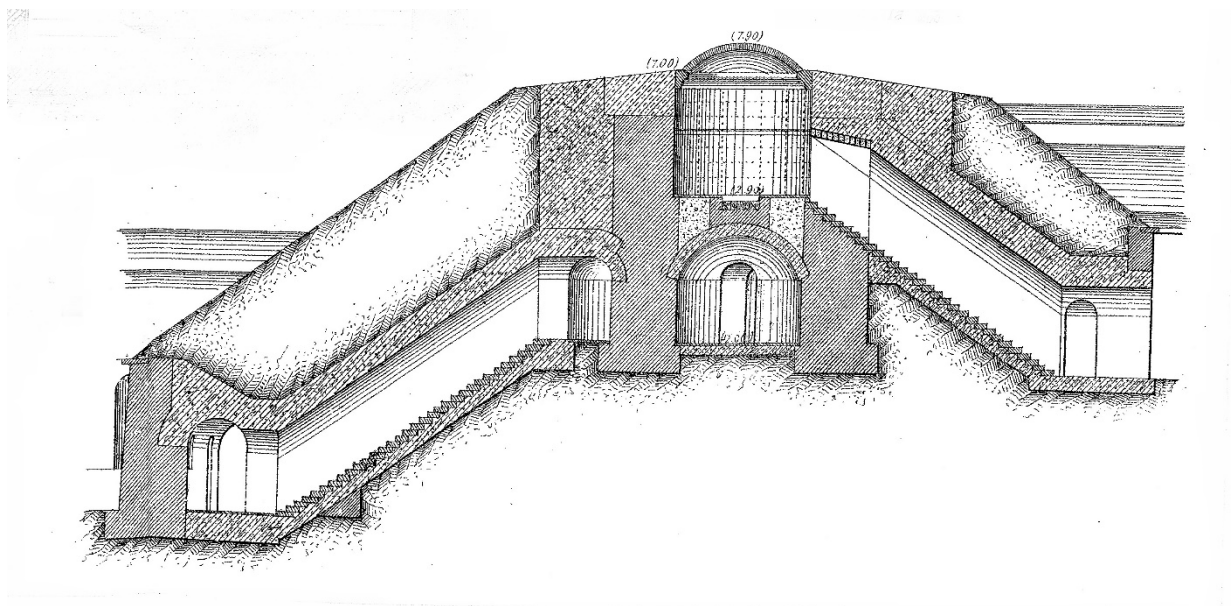


Figura 8.

Il fiancheggiamento dei fossi è fatto in gran parte con fuochi di spalla, soltanto sulla faccia posteriore del fianco destro è ottenuto con fuochi diretti²⁷.

Tuttavia, rispetto a queste descrizioni, successivamente si è preferito costruire il parapetto antistante alle casematte completamente in calcestruzzo, dello spessore di almeno 6,00 m. I rampari stessi nelle restanti parti, e le false braghe, quando la difesa vicina è fatta con fucileria a cielo scoperto, hanno il profilo indicato nella fig. 10 il generale Brialmont e il tenente colonnello Woorduyn assegnano al parapetto di questi rampari uno spessore di m. 8,00, visto che questi ultimi non costituiscono più il bersaglio principale delle batterie dell'attaccante.

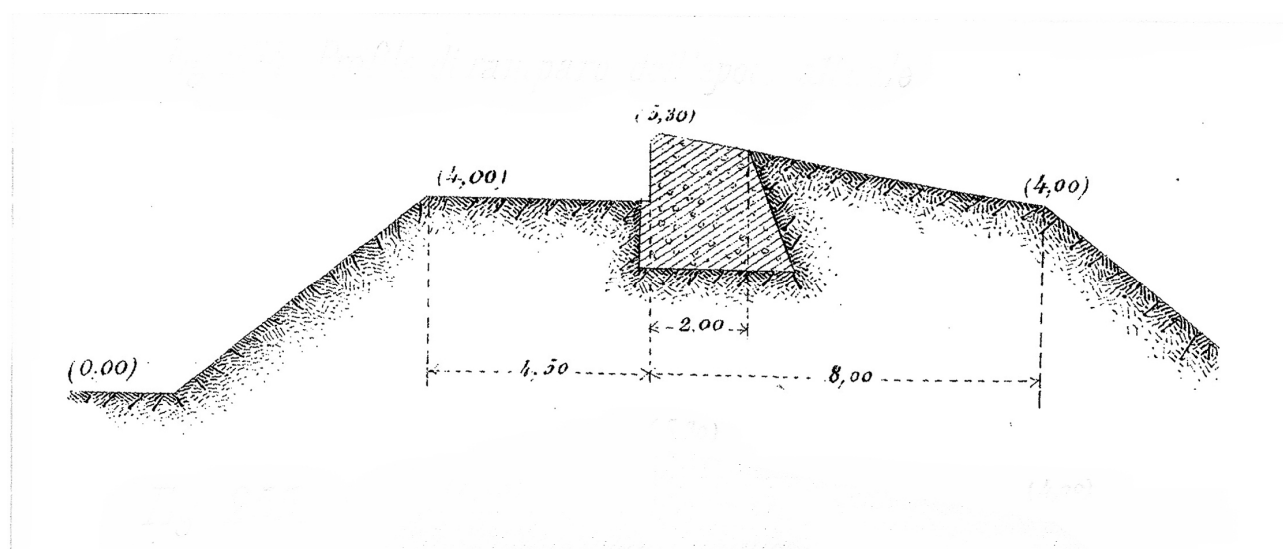


Figura 10.

La loro scarpa interna, però, è rivestita con un robusto muro di calcestruzzo, come indicato in figura. La banchina per i tiratori è generalmente larga dai 4 ai 5 metri affinché possa essere la postazione, oltre che per i tiratori di fanteria, anche per i pezzi da campagna a rinculo soppresso mediante l'impiego di freni speciali, i cannoni a tiro rapido e le mitragliatrici.

Il fosso o ostacolo, secondo Mougin ed altri, può essere omesso stante la difficoltà di proteggere oggi i muri di rivestimento delle scarpe contro i potenti effetti delle granate torpedini lanciate con tiri curvi. E, per impedire gli attacchi di viva forza, essi suggeriscono di dare un grande sviluppo sia alla difesa vicina, da eseguirsi specialmente con cannoni a tiro rapido e con mitragliere poste in torri a scomparsa, sia alle difese accessorie per arrestare l'assalitore il più a lungo possibile sotto l'azione di tali fuochi.

²⁷ B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, p. 171.

Ma altri ingegneri militari, tra cui il generale Brialmont, le cui teorie risulteranno autorevoli in materia di fortificazione, condannano una tale invenzione, ritenendo il fosso un elemento indispensabile, le cui scarpe propongono di rivestire con muri capaci di resistere ai nuovi proiettili.

A tal fine Brialmont progetta i muri di rivestimento di calcestruzzo molto robusti, con le fondazioni talmente profonde (3 metri almeno sotto il fondo del fosso) da impedire ai proiettili caduti di essere rimossi, come dimostrano le figg. fig. 11 e 12, rappresentante due tipi di muri di controscarpa, l'uno pieno e l'altro con galleria parallela. Per economia poi, l'illustre generale belga propone anche di sostituire ai muri staccati di scarpa una cancellata di ferro, alta m. 3,00 e infissa in una fondazione di calcestruzzo fig. 12, oppure di lasciare la scarpa del fosso senza rivestimento.

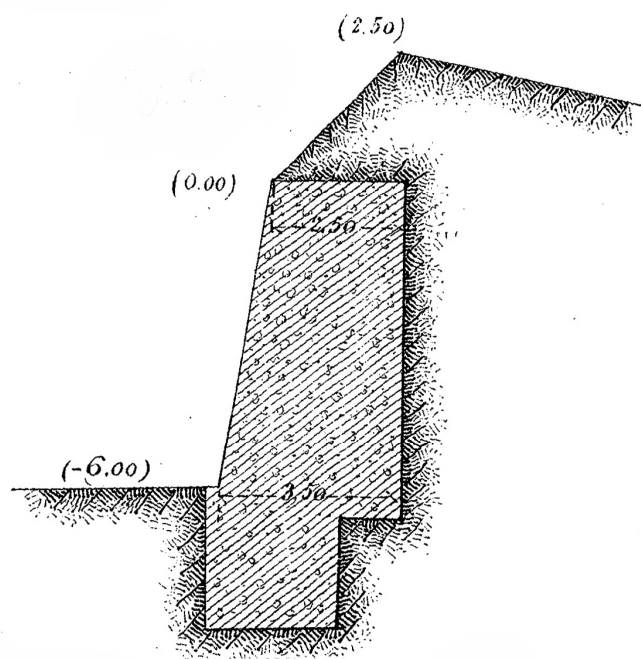


Figura 11.

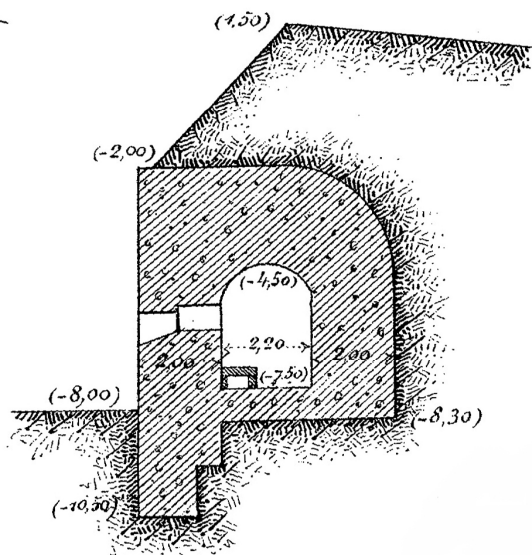


Figura 12.

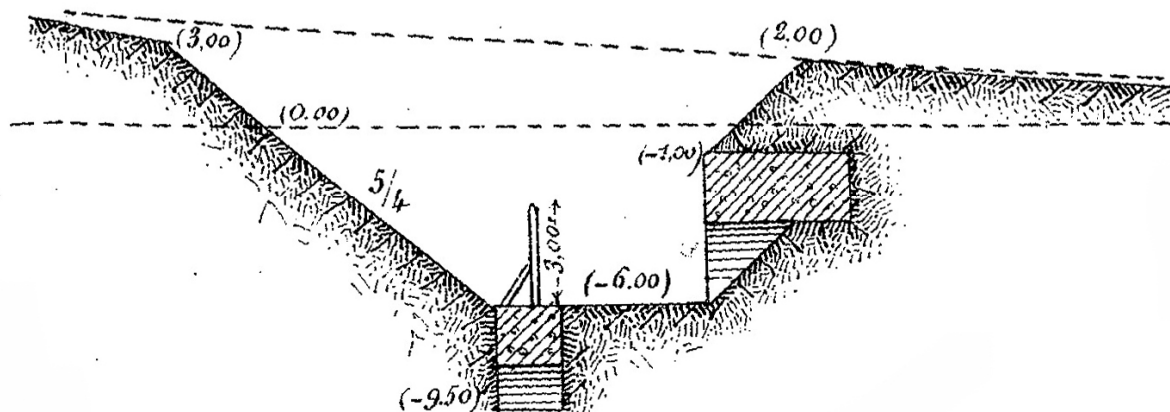


Figura 13.

Tracciato

Stante la maggiore radenza di tiro dei fucili di piccolo calibro, i fronti (poligonali) delle cinte continue raggiungono una lunghezza massima di poco superiore a quella di 1200 m sinora loro assegnata.

Per le opere dei campi trincerati vengono proposti tracciati svariati indipendentemente dal modo con cui si vuole provvedere alla difesa esterna vicina, dal modo impiegato per il fiancheggiamento del fosso, quando esiste, e dalla maggiore o minore distanza a cui le opere sono poste l'una dall'altra. In generale però, siccome l'armamento destinato alla difesa lontana viene posto in casematte metalliche mobili e quello destinato alla difesa vicina in torri a scomparsa, le opere risultano alquanto più piccole di quelle del periodo precedente.

Si propongono, poi, opere a pianta triangolare, rettangolare, esagonale, circolare o semicircolare (semplici o non appendici laterali), ellittica, ecc., come vedremo in alcuni esempi esamineremo più avanti.

I forti più importanti, secondo Brialmont, devono essere muniti di ridotto interno.

Il fiancheggiamento dei fossi è ottenuto, per lo più, con gallerie di controscarpa poste ai saglienti, oppure con capponiere. Nella costruzione delle une o dell'altre, per renderle più robuste, si impiega esclusivamente calcestruzzo e sovente anche corazzature.

Le armi preferibilmente impiegate nel fiancheggiamento sono i cannoni leggeri e le mitragliatrici.

Le gallerie di controscarpa si propongono ordinariamente a due piani, per evitare che i materiali franati nel fosso, sotto i tiri dell'attaccante, impediscano il fiancheggiamento.

Al muro frontale di queste gallerie Brialmont consiglia di sostituire una corazza metallica ogni qual volta non è possibile evitare l'infilata del fosso.

La fig. 14 offre un esempio di galleria di controscarpa per fuochi di spalla, dato del ten. colonnello Welitschko.

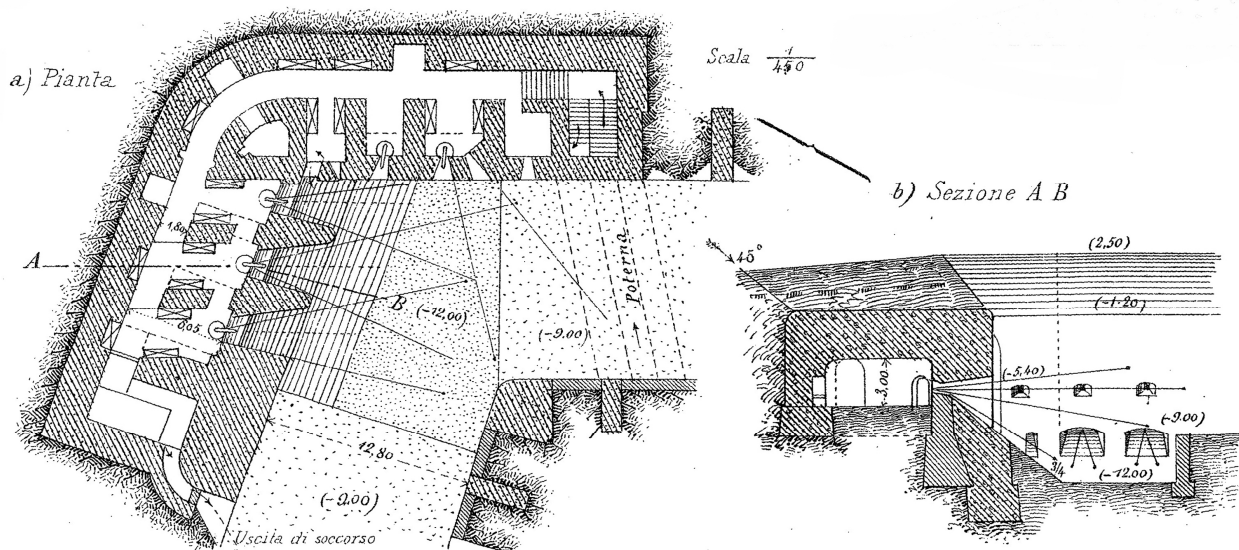


Figura 14.

Le capponiere di strutture cementizie hanno forma analoga a quelle di murature ordinaria coperta di terra, ma presentano i vantaggi di essere più robuste e di risultare maggiormente defilate dai tiri dell'attaccante. Quelle con corazzature metalliche si innalzano sul fondo del fosso e sporgono poco dalla scarpa, così da essere meno vulnerabili. Sono limitate attorno da un muro di calcestruzzo più spesso nei fianchi che non nella testa, e coperte da una corazzatura a pianta circolare, fissa o girevole. Brialmont propone inoltre capponiere con torri a scomparsa ed altre a forma di cofano.

La fig. 15 dà un'idea di una capponiera con corazzatura fissa, disposta ad un sagliente ed armata di quattro mitragliatrici, due per ciascun fianco; nella testa sono aperte sette feritoie per fucileria.

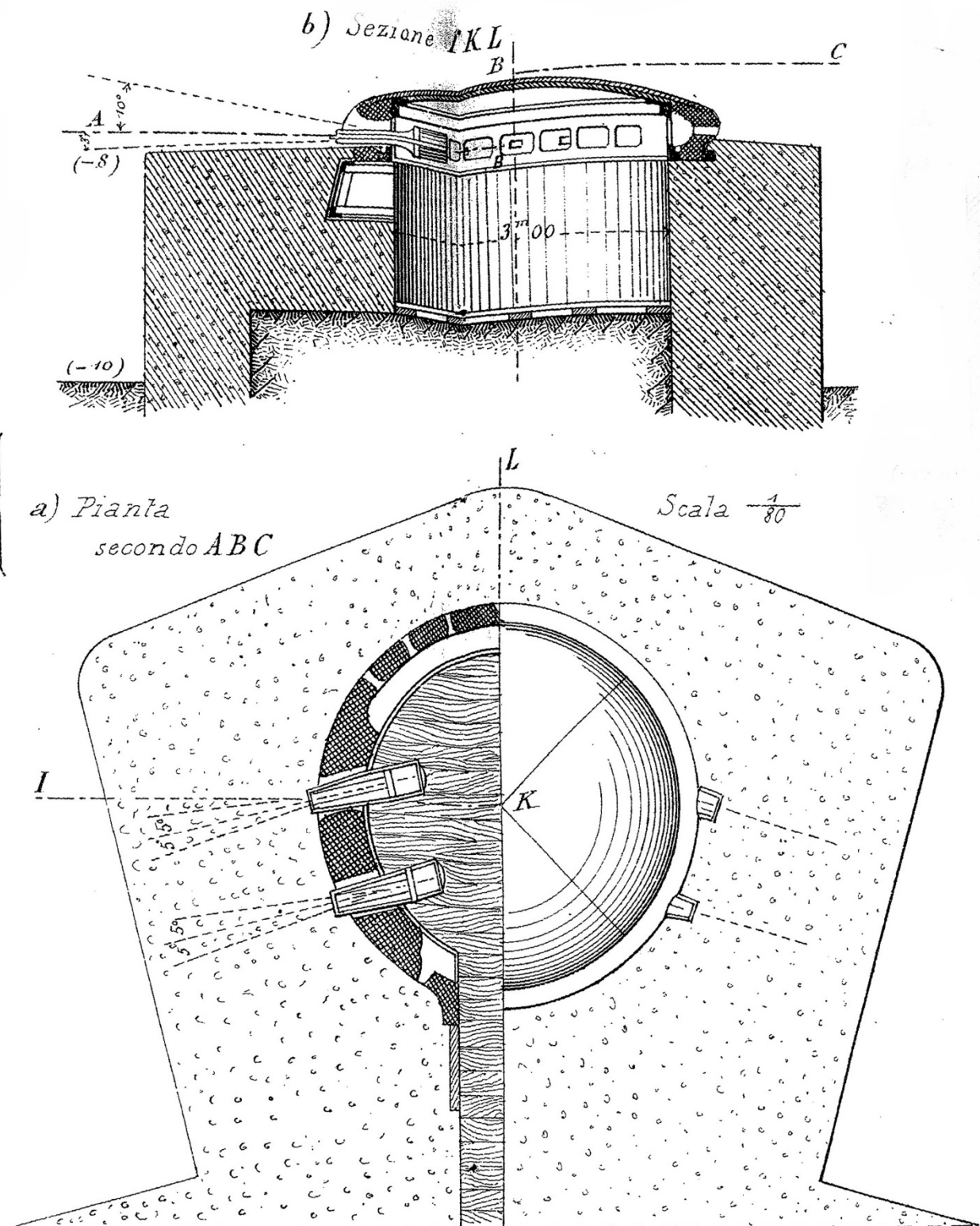


Figura 15.

Lo spessore delle piastre perimetrali, di ghisa indurita, è maggiore nei fianchi che non alla testa, essendo questa meno esposta ai tiri dell'attaccante.

Il cielo può essere costituito da due piastre sovrapposte dello spessore complessivo di cm 10 poiché, stante la sua piccola, la capponiera risulta non tanto facilmente colpibile con tiri curvi.

La fig. 16 rappresenta una capponiera a forma di cupola girevole, armata di due cannoni a tiro rapido, per cui il diametro interno si può tenere alquanto minore di quello delle capponiera precedente. Le piastre perimetrali sono ugualmente di ghisa indurita, tutte del medesimo spessore e il cielo è formato di due piastre leggere come nel tipo precedente.

3.4.a. Proposta del comandante Mougin per il progetto di un forte da costruirsi con ferro e calcestruzzo di cemento.

Il tenente colonnello del Genio Mougin (poi direttore tecnico della Casa S. Chamond) è stato tra i primi ad intuire che l'impiego delle corazzature avrebbe recato un grande vantaggio alla fortificazione e merita di essere ricordato per il grande contributo apportato nello studio delle casematte metalliche.

Il forte proposto negli opuscoli *Les nouveaux explosifs et la fortification*²⁸ e *Le fort de l'avenir*²⁹, ha diverse peculiarità, nonché vantaggi:

a) formare parte integrante di un campo trincerato, di una grande linea di difesa, o di una regione fortificata, insieme ad altri forti corazzati posti a distanza di 2 a 5 o 6 Km, dipendentemente dalle condizioni topografiche;

b) costituire in certe condizioni, un'opera isolata a difesa di un valico di monti (forte di sbarramento).

«Il forte consiste in un grande masso di calcestruzzo di cemento, lungo all'incirca 50 m, largo da 30 m a 40 m, interrato per circa 10 m sotto il terreno naturale, da cui non emerge che 3 o 4 m, presentando una superficie convessa senza spigoli né rientranze³⁰».

Sul masso sono installate tre torri corazzate girevoli, ciascuna con due cannoni di medio calibro (155 mm), quattro torri leggere a scomparsa, ciascuna con due cannoni revolver Hotschiss, da 37 mm e tre osservatori corazzati (tav. 10, fig. 1). Intorno all'opera non è previsto il fosso.

Le terre ricavate dalle fondazioni sono disposte intorno al masso di calcestruzzo in modo da coprirne le pareti laterali (tav. 10, fig. 2); l'ingresso all'opera è costituito da un pozzo corazzato, del diametro interno di 2,50 m, il fondo del quale comunica con un ramo di galleria, che sbocca nei locali sotterranei del forte, ricavati nel masso del calcestruzzo (tav.10, fig. 3).

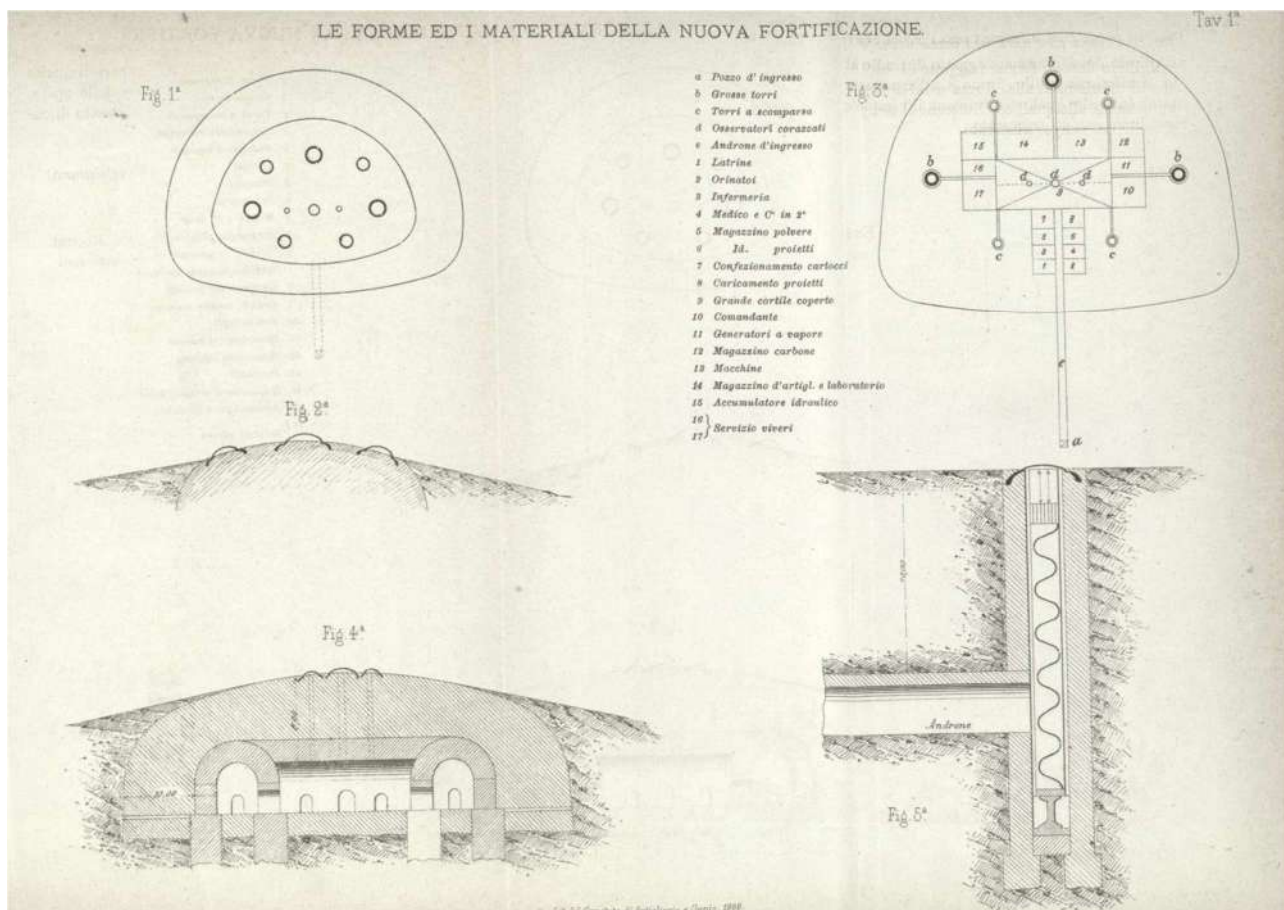
La parte superiore è rafforzata da un'avancorazza, alta 2,50 m in senso verticale, sulla quale si appoggia una robusta piastra di ferro laminato che chiude l'ingresso al pozzo. Un cilindro di lamiera, contenente una scala a chiocciola, è sostenuto da un piatto d'acciaio fuso che costituisce il cappello di un elevatore idraulico, il cui stantuffo ha 2,00 m di corsa.

«Il nucleo del forte è da costruirsi con muratura ordinaria fino all'imposta delle volte.

²⁸ Mougin, *Les nouveaux explosifs et la fortification*, Paris 1887.

²⁹ Mougin, *Le fort de l'avenir*, Paris 1887.

³⁰ E. Rocchi, *Le forme ed i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1888, pp. 372-373.



Tav. 10.

A partire da questo piano s'innalza un masso omogeneo di calcestruzzo di cemento, gettato tutto di un pezzo e senza riprese, il cui spessore, nel senso della verticale, non è mai inferiore a 6 m: attorno alle torri, lo spessore in orizzontale è di 6 m. *Le torri girevoli sono del tipo St. Chamond.* Le torri leggere a scomparsa sono protette, contro i tiri di sfondo, con piastre di corazzatura, a tetto, di ferro laminato e dello spessore di 20 cm; ritenute inoltre alla prova dai più potenti proiettili lanciati dai mortai rigati. Le pareti verticali sono costituite da una semplice lamiera, atta a resistere ai proiettili di fucileria³¹. L'avancorazza di acciaio fuso (il cui profilo a fine Ottocento si presenta ancora incerto, perché tutto il mondo degli ingegneri militari è in attesa di conoscere i risultati delle varie prove compiute nei diversi Stati), è approfondita di 3 m sotto il piano dello spalto di calcestruzzo, al fine di preservare le parti metalliche della torre degli effetti di un tiro di sfondo eseguito con proiettili carichi di sostanze esplosive. Degli osservatori corazzati, quello centrale è a scomparsa e consiste in una calotta d'acciaio munita di feritoia; nella posizione di scomparsa è protetto completamente da un'avancorazza d'acciaio fuso, nascosta nel masso di calcestruzzo. «I due osservatori laterali sono semplici camini verticali del

³¹ E. Rocchi, *Le forme ed i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1888, p. 375.

diametro di 40 cm, su cui è disposto uno specchio che può rotare intorno a due assi, uno verticale e l'altro orizzontale, e l'immagine dei punti del terreno è inviata ad un secondo specchio inclinato a 45° con l'orizzontale, fissato all'altezza dell'occhio dell'osservatore³²».

Gli osservatori servono ad illuminare di notte i dintorni dell'opera, mediante il proiettore Mangin; ogni opera è collegata con quelle attigue e retrostanti mediante fili telegrafici e telefonici interrati a grandi profondità.

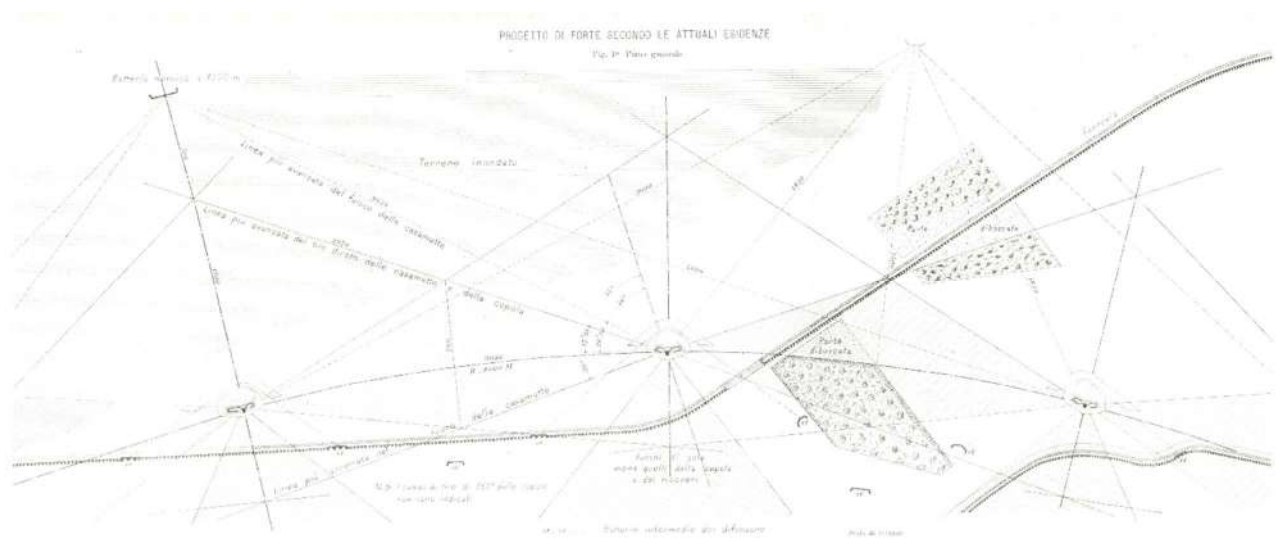
Nel forte tipo Mougin il concetto di una nuova forma di fortificazione si trova esplicito in tutte le sue modalità, di cui le più caratteristiche sono: la completa assenza di masse coprenti di terra; la soppressione dei fossati; l'impiego esclusivo del calcestruzzo di cemento e del ferro; la difesa lontana affidata unicamente a cannoni installati in torri corazzate girevoli e la vicina ad artiglierie a tiro rapido poste dentro torri leggere a scomparsa; il presidio ridotto ad un piccolissimo nucleo di artiglieri e di meccanici, alloggiati in locali sotterranei e aerati mediante la ventilazione artificiale.

Lo studio del forte sembra infatti informato ai principi cui deve rispondere una fortificazione in generale: battere il più possibile il terreno d'approccio, mediante la soppressione dei fossi, scarpate, angoli mori; assicurare al materiale e al personale la più efficace protezione, ponendo al tempo stesso le artiglierie nelle più favorevoli circostanze per ottenere rapidità e precisione di tiro; assicurare una valida resistenza contro gli attacchi di viva forza, come contro le operazioni di un assedio regolare.

³² E. Rocchi, *Le forme ed i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1888, p. 377.

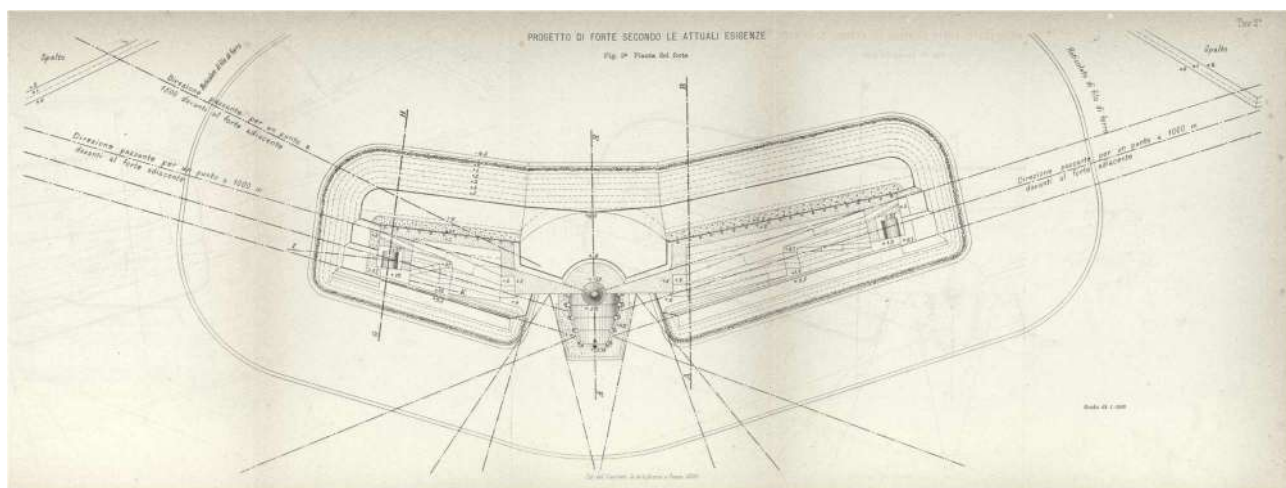
3.4.b. Progetto di forte secondo le proposte del tenente colonnello Woorduin

Il tenente colonnello Woorduin, direttore del Genio al Ministero della guerra olandese, con un suo articolo pubblicato sulla *Rivista di Artiglieria e Genio*³³, offre un'idea sufficientemente esatta del modo in cui considerare e risolvere le molteplici questioni intorno al tema della fortificazione di fronte ai nuovi mezzi di offesa.



Tav. 11.

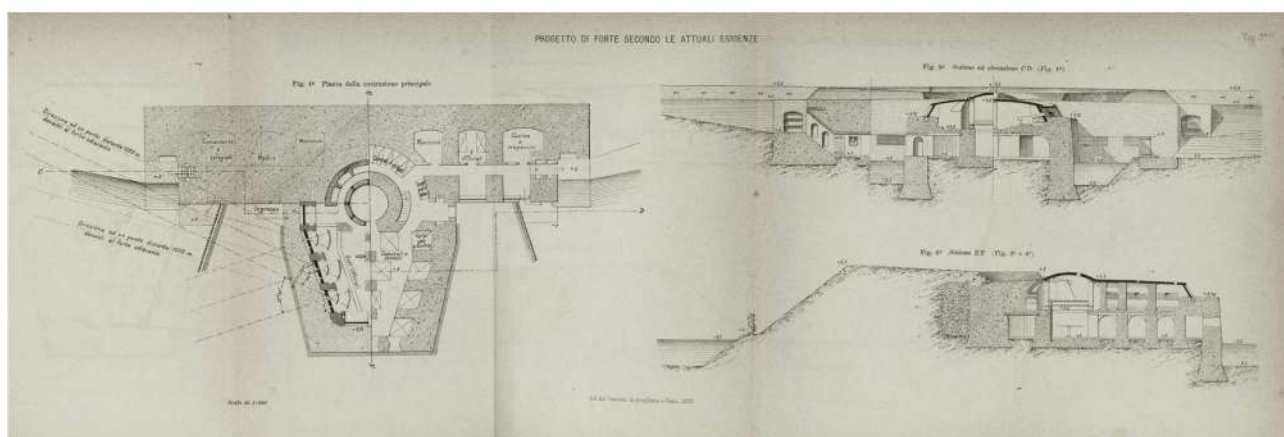
Woorduin propone una linea di cintura di 8 km di raggio, formata con piccole opere intervallate fra loro di 2 km circa, in modo da aiutarsi reciprocamente entro i limiti della gittata utile del tiro a shrapnel. Il progetto appartiene alle forme della fortificazione sottile, ossia alla categoria delle opere poco estese e pochissimo profonde.



Tav. 12.

³³ A. S. Woorduin, *Progetto di un forte secondo le attuali esigenze*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1888, pp. 133-143.

Il masso di calcestruzzo, su cui sorgono le costruzioni che costituiscono le parti principali dell'opera, presenta una grandissima analogia con quello del forte Mougin e dei forti della Mosa; la sola differenza sta nella presenza delle torri girevoli che, mentre in tali opere sono di numero variabile, nel forte olandese è solo una – una cupola corazzata girevole – per due cannoni di calibro medio (Tav. 13, figg. 4, 5, 6). Dietro la cupola esiste un vestibolo nel sottosuolo che ospita da un lato l'ingresso e dall'altro le latrine; in posizione retrostante vi è una batteria corazzata per cannoni di calibro medio, costruita secondo i principi della casamatta olandese, cioè in modo che le piastre collocate con un'inclinazione di 55° si raccordino all'estremità inferiore con blocchi d'acciaio dolce.



Tav. 13.

Qui la copertura è costituita esclusivamente da piastre di corazzatura, in modo da consolidare al massimo la costruzione, nonché le piastre impiegate come pareti.

Tuttavia, il progetto di forte del colonnello Woorduyn presenta in sé tutti i margini di aleatorietà del momento.

Woorduyn stesso scrive: «Sarà necessario quindi cercare la costituzione e lo spessore da darsi alle coperture orizzontali di calcestruzzo e ferro, affinché esse possano resistere sufficientemente ai fuochi verticali; vedere se non basta impiegare solo calcestruzzo, o se è necessario ricoprirlo di acciaio dolce, di basalto, ecc.; quale spessore si debba dare ai piedritti di calcestruzzo, e a quale profondità convenga farli affondare nel sottosuolo per porre i locali interni al riparo dagli effetti dei proiettili esplodenti; quali materiali si dovranno impiegare per rinforzare le parti di terra non rivestite, che si vuol conservare il maggior tempo possibile per la circolazione (Tav. 12, fig. 2; tav. 13, figg. 5,6; 7,8).

Allorché tutte queste questioni saranno state risolte, allora, solamente allora, si potranno studiare i particolari del progetto che noi presentiamo»³⁴.

³⁴ A. S. Woorduyn, *Progetto di un forte secondo le attuali esigenze*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1888, p. 142.

Dalle tavole allegate all'articolo si evince che i ricoveri, i magazzini e tutti gli altri locali necessari al servizio del forte, a seguito dei più potenti tiri di sfondo (ricavati nel masso di calcestruzzo su cui sorgono le opere corazzate) sono ridotti al minimo possibile, per non aumentare di troppo la spesa della loro costruzione rispetto a quella occorsa per i locali alla prova delle vecchie opere.

I tipi di opere proposte dagli ingegneri militari olandesi sono un'esplorazione del concetto organico del von Sauer, che è quello di affidare la difesa di una zona, o di una linea, a torri isolate costituite in modo che i loro fuochi si completino a vicenda.

Tuttavia, in nuovo progetto di forte deve gran parte del suo valore alle condizioni d'impraticabilità del suolo olandese: il forte, infatti, è circondato da un fosso acqueo, con una zona di reticolati di filo di ferro posta innanzi e protetta da uno spalto. Proprio per quest'ultima ragione, il progetto di forte Woorduin non viene applicato su larga scala.

Considerazioni e conseguenti deduzioni

Nel campo dell'arte militare, le due scuole dei forti e delle fronti corazzate rappresentano rispettivamente l'applicazione dei due principi della massa e dell'ordine sottile.

La scuola delle *fronti corazzate* sotto forme tecniche nuove è l'applicazione esclusiva dello sviluppo delle forme, seguito già dalla fortificazione antica, con la costruzione del semplice ramparo lineare³⁵.

Per contro, la scuola dei *forti corazzati* si presenta assai più logica, sebbene forse troppo coordinata al principio del concentramento delle forze. Invero essa si è distinta per maggiore elasticità, tenendo conto delle condizioni del terreno e dell'incidenza dell'uomo, senza però escludere gli opportuni temperamenti, coi quali, tendendosi a conciliare il suddetto principio con l'altro opposto dello sviluppo, possono rendersi praticamente accettabili le disposizioni proposte.

All'entusiasmo iniziale, il principio delle fronti corazzate ha pian piano ceduto il passo alla scuola del Brialmont o dei *forti corazzati*, che ha rappresentato *il vero progresso continuativo dell'arte*³⁶.

³⁵ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 52.

³⁶ Ivi, p. 53.

3.5. Scuola della separazione della difesa lontana dalla vicina

Il concetto fondamentale è di formare la linea di resistenza con punti di appoggio aventi azione limitata alla difesa vicina e al fiancheggiamento degli intervalli, affidando l'azione frontale lontana, cioè la lotta con l'artiglieria dell'attaccante, esclusivamente alle batterie – alcune di carattere permanente – erette negli intervalli.

«Il concetto si sviluppa in Francia dopo il 1887, allorché si è provveduto alla trasformazione delle piazze costruite nel 1877-78 sulla frontiera nord-est, in forti con ramparo scoperto; mentre contemporaneamente nel Belgio e presso gli Stati minori d'Europa vengono costruite le nuove piazze secondo i dettami della fortificazione corazzata. Queste idee, in apparente contrasto con quelle propugnate dal Brialmont, hanno trovato larga applicazione in Francia, vista la necessità di riutilizzare opere esistenti, ma hanno avuto altresì numerosi fautori che, dimostrando poca fiducia nella resistenza assoluta della corazzatura d'allora, hanno posto l'attenzione sul rischio di affidare alle stesse cupole, le due azioni fondamentali: lottare prima con le artiglierie d'assedio situate davanti agli intervalli³⁷». Si adeguano a questi concetti le proposte del colonnello del genio francese Laurent, del colonnello olandese Woorduyn, del generale russo Welitschko, del generale prussiano Schott, del colonnello del genio rumeno Crainicianu, dei colonnelli del genio italiano Lo Forte e Borgatti, dei capitani del genio francese Sandier e Vallermand, dei russi Miakowski e Boninitzki, degli ingegneri Levis e Clarke e dell'olandese Cool.

Si darà solo un breve cenno della proposta del generale russo Welitschko, pubblicata nel 1890 nell'opuscolo *Exames des moyens modernes pour l'attaque et la défense des places fortes terrestres. Types d'un système moderne de fortification*³⁸.

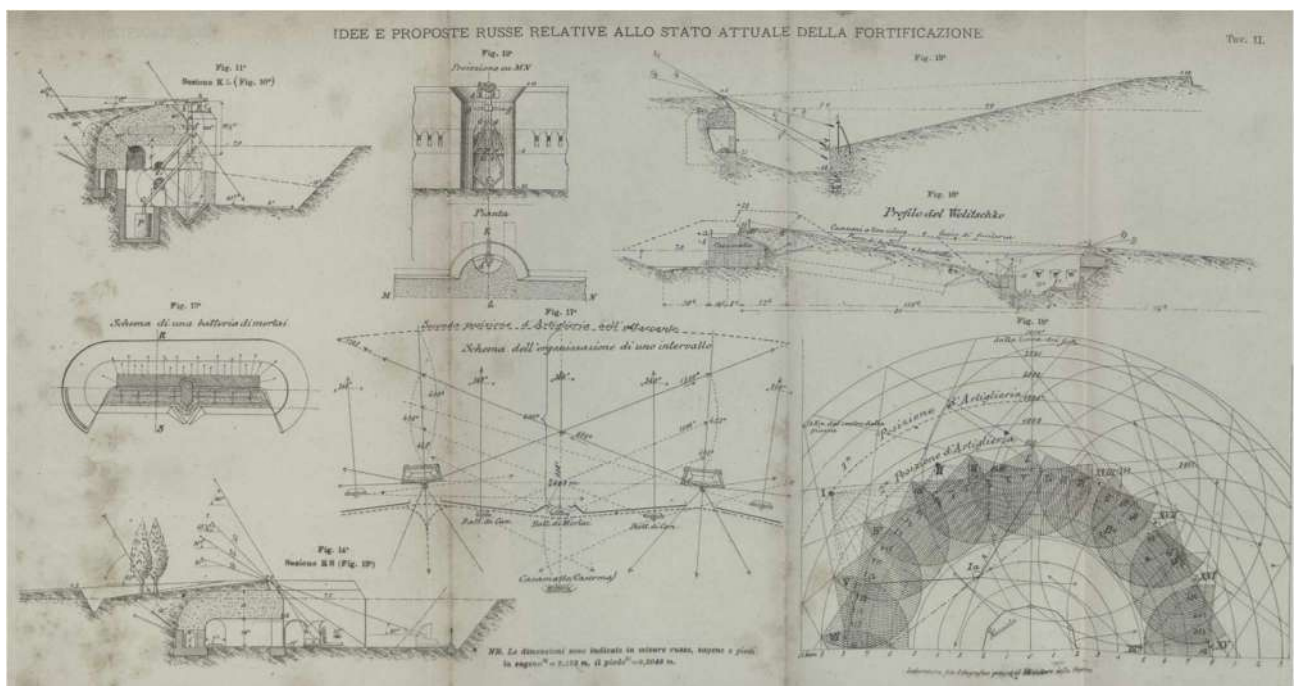
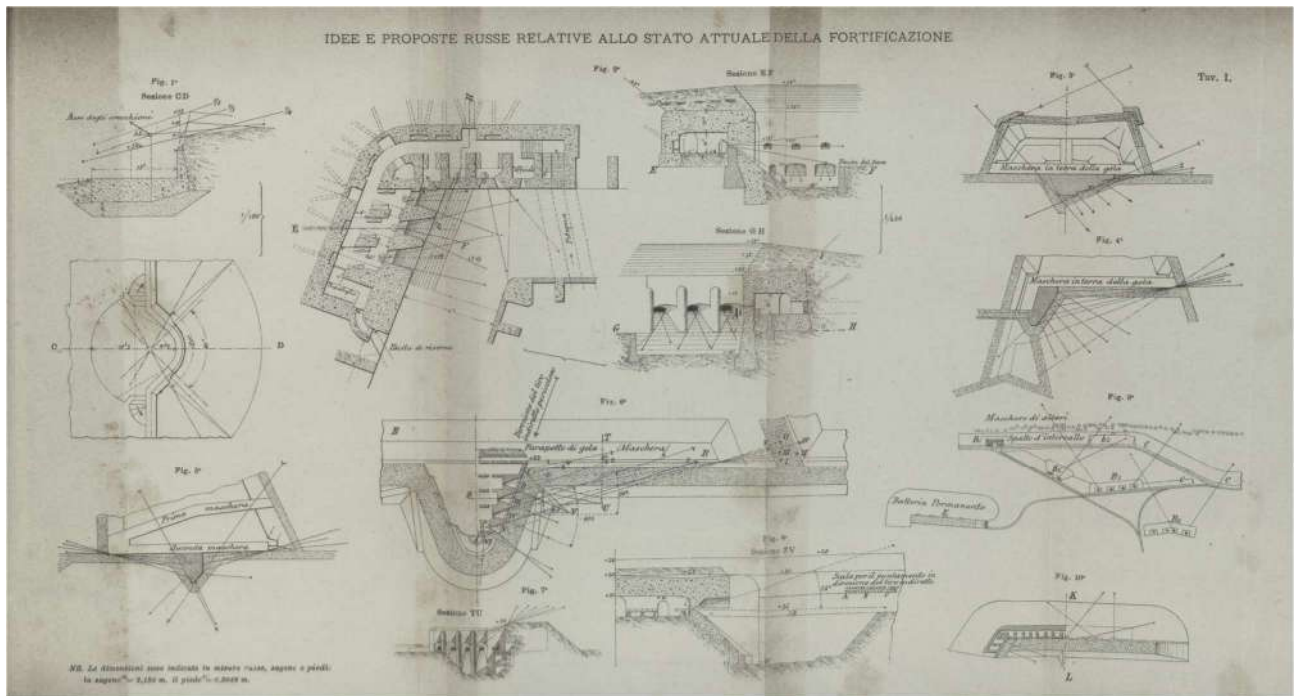
La linea di cintura proposta dal Welitschko da collocarsi a non meno di 7000 m dal centro del nucleo, per sottrarre la linea stessa dai tiri di rovescio, richiede di:

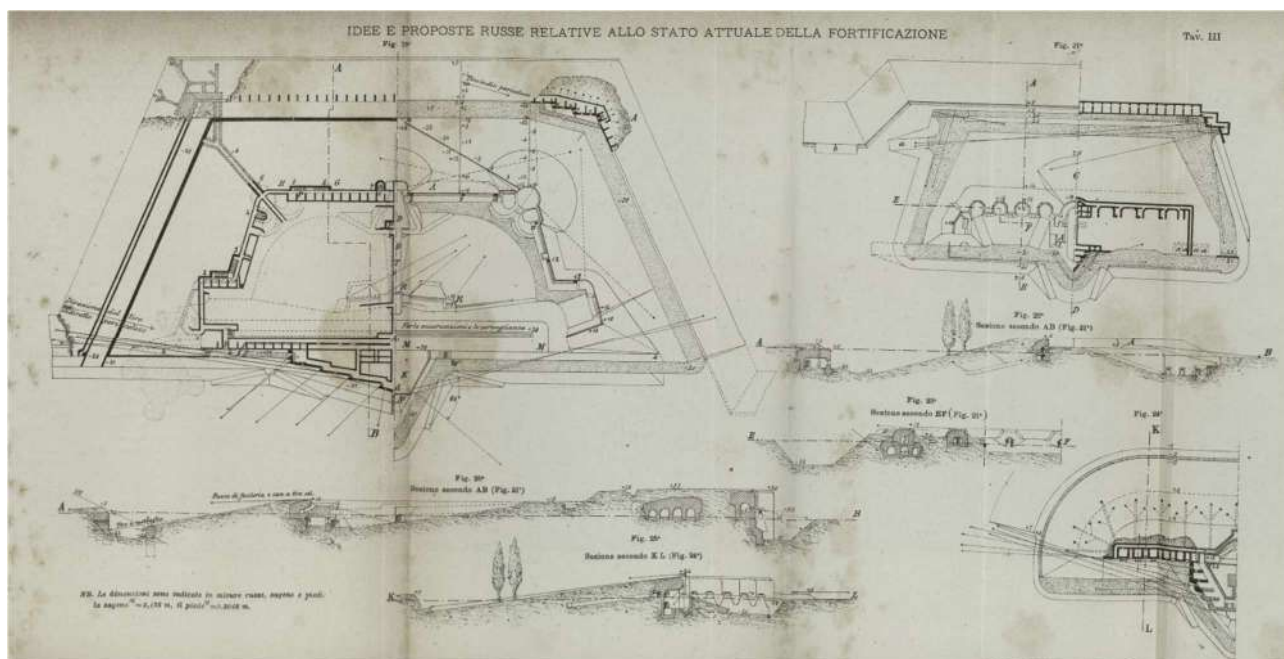
«separare la difesa vicina dalla lontana; affidare questa ad artiglierie di medio calibro rese eminentemente mobili con il largo uso di ferrovie che si svolgono lungo la linea di difesa dietro robusti parapetti di terra; escludere le installazioni protette sotto corazza; preparare numerosissimi appostamenti, collegandoli con comunicazioni coperte alla vista, per rendere facili, sicuri e rapidi i cambiamenti di posizione³⁹».

³⁷ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 55.

³⁸ Welitschko, *Exames des moyens modernes pour l'attaque et la défense des places fortes terrestres. Types d'un système moderne de fortification*/Esame dei mezzi moderni per l'attacco e per la difesa delle piazze forti terrestri. Tipo per un moderno sistema di fortificazioni (sintesi) in A. Guidetti 1913, pp. 56-57.

³⁹ *Idee e proposte russe relative allo stato attuale della fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1890, pp. 428-443.





Tav. 16.

Questi concetti non hanno però avuto pratica applicazione, salvo che in vecchi campi trincerati, per i quali è risultato opportuno portare fuori dalle opere le artiglierie a lunga gittata dei forti, in appostamenti occasionali, per permettere così un migliore rendimento rispetto a quello dato nelle costruzioni antichate.

Ma, l'attuazione pratica dei concetti del generale russo, per quanto riguarda la mobilità delle artiglierie, presenta due gravi e insuperabili difficoltà, che ne hanno impedito l'integrale applicazione, e cioè: «la costruzione e l'esercizio al sicuro dalle offese nemiche, specialmente in montagna, di quelle ferrovie necessarie ai bisogni della difesa, la cui azione lontana è basata esclusivamente su rapidi movimenti delle sue artiglierie di medio calibro; l'impossibilità di prolungare molto l'azione di fuoco, perché, mancando di robuste coperture metalliche, la difesa non è protetta dai tiri di sfondo, che l'attacco può agevolmente eseguire con le artiglierie ad anima corta, riducendola in breve al silenzio⁴⁰».

Tornando, quindi, a quanto anzi detto in merito alla separazione della difesa vicina dalla lontana, si comprende come sia applicabile alle opere antichate, per ricavare un maggior rendimento dei mezzi disponibili, e non ad un sistema nuovo di fortificazioni; perché le due azioni, completandosi a vicenda, si integrano, non si differenziano, e il maggior valore dell'una rappresenta anche un maggior valore dell'altra.

Dunque, dei due concetti fondamentali del sistema del Welitschko, uno è risultato inattuabile, l'altro inopportuno.

⁴⁰ Ivi.

Ma, la mobilità delle bocche da fuoco, destinate ad impedire e sostenere il combattimento d'artiglieria, è una necessità dell'epoca, così come sostenuto dal De Guise, e lo è altrettanto la necessità d'impiego del calcestruzzo e della corazza; e poiché non è stato possibile soddisfare entrambe le esigenze, si è preferita la seconda in sacrificio della prima: si sono cioè adottate le artiglierie fisse sotto corazza⁴¹.

⁴¹ A. Cascino, *Artiglierie fisse e artiglierie mobili. Proposta per l'utilizzazione dei cannoni da 149A sotto corazza per batterie mobili*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1914, pp. 305-315.

3.5.a. Il caso italiano.

Dal forte tipo Brialmont al forte tipo Rocchi

Sul finire del 1888, si perviene alla consapevolezza che nello studio della fortificazione bisogna tenere conto di quattro cose:

1. la grande gittata delle artiglierie, che all'epoca è in procinto di migliorare. Il von Sauer immagina la possibilità di avvalersi di artiglierie che tirino fino a 10 chilometri; ciò significa che la distanza tra i forti distaccati e il numero dovrà almeno portarsi a 8-9 km;
2. gli enormi effetti di distruzione dei proietti esplodenti, in ragione della fiducia posta oltre che sulla melinite, sul cotone fulminante, che in Germania ha dato risultati sorprendenti, e poi sull'impiego di roburite, bellite, esplosivo Favier etc;
3. il largo impiego del tiro curvo con i mortai rigati a grande gittata e con sufficiente precisione di tiro. I parchi d'assedio francesi hanno già mortai da 27; i tedeschi ne hanno da 24 e da 21. L'esperienza ha dimostrato che il tiro di un mortaio a 2000 metri produce guasti maggiore di quelli che può produrre a soli 1000 m il tiro di lanci di 6 cannoni dello stesso calibro⁴²;

Lasciando per un attimo il primo e l'ultimo dei punti su menzionati notiamo che, combinando il tiro curvo con gli effetti di distruzione dei proietti esplodenti, risulta evidente che le *masse coprenti, per quanto spesse e robuste, risultano assolutamente inutili, non solo perché, in poco tempo, possono essere demolite, ma anche perché, sebbene intatte, non sarebbero in grado di offrire alcun margine di garanzia agli uomini e ai materiali dal tiro curvo, che rende infatti impossibile qualunque defilamento*. Della vecchia fortificazione, pertanto, non rimane di veramente utile che l'ostacolo passivo del fosso, tanto più utile quanto è più difficile superarlo, cioè quanto più è largo, profondo e meglio fiancheggiato.

Non sono più ammessi rivestimenti di scarpa, i quali, per quanto bassi e robusti, si rovinano in brevissimo tempo, generando il franamento delle terre nel fosso.

L'inutilità delle grosse masse coprenti è l'argomento fondamentale su cui si fondano i sostenitori del ferro.

L'artiglieria a cielo aperto, sebbene può convenientemente resistere alle batterie armate di cannoni – quando è protetta da alte traverse e da parapetti di 8 a 10 metri di spessore – è ben presto ridotta al “silenzio” dai tiri curvi delle batterie di obici e di mortai contro i quali i parapetti e le traverse costituiscono una protezione affatto insufficiente. L'artiglieria a cielo aperto deve temere i mortai, che

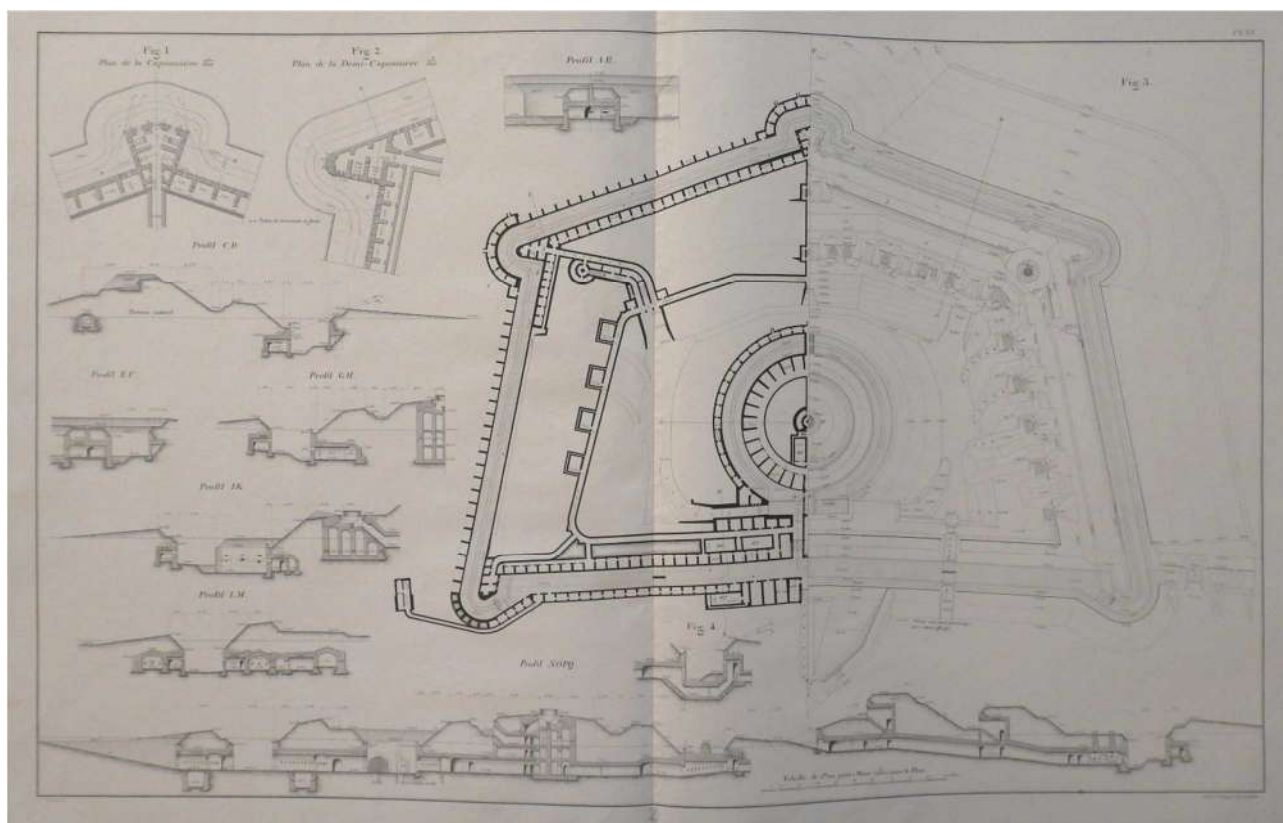
⁴² H. A. Brialmont, *La fortification du temps présent*, Bruxelles 1885; Sauer, *Ueber angriff und verteidigung fester plätze*, Berlin 1885.

per la loro leggerezza e per la facilità con cui possono essere sottratti alla vista del nemico, in qualche piega del terreno o dietro ostacoli naturali, occupano il primo posto nei parchi d'assedio.

Contro questo genere di tiro c'è solo una soluzione: installare le artiglierie della difesa dentro torri o batterie corazzate. Inoltre, le volte devono essere costruite in calcestruzzo di cemento ed avere spessore triplo rispetto a quanto si è fatto sin'ora.

Tuttavia, al di là di questa consapevolezza, Brialmont, nel volume *Influence du tir polygonal et des obus – torpilles sur la fortification*⁴³, continua a presentare dei forti che offrono un bersaglio orizzontale di grandissima estensione.

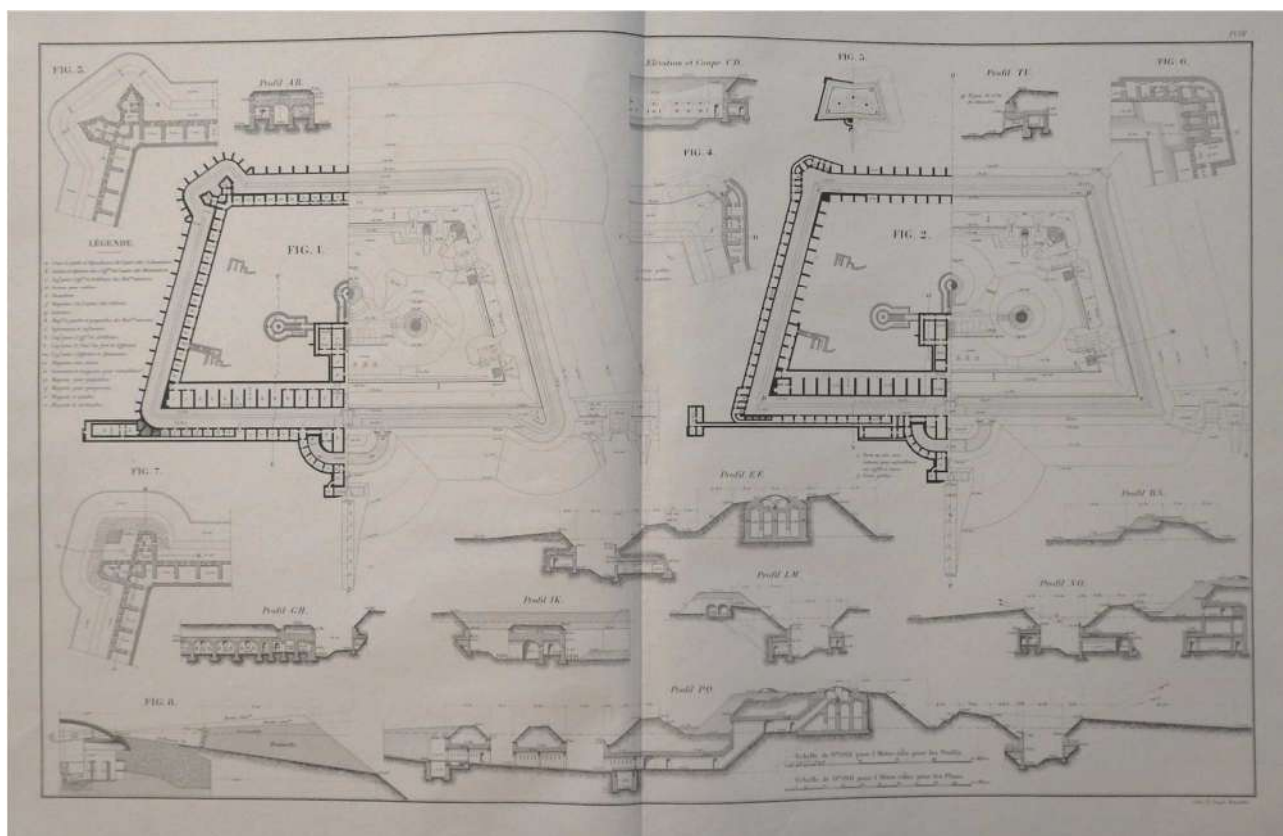
Infatti, a fronte dei 5600 mq del forte olandese, disegnato dal colonnello Woorduyn e dei suoi collaboratori⁴⁴ riportato nella Tav. XV dell'atlante del Brialmont, quest'ultimo nella Tav. VI, presenta un tipo di forte che offre non meno di 98,000 mq di bersaglio orizzontale (Tavv. 17, 18)



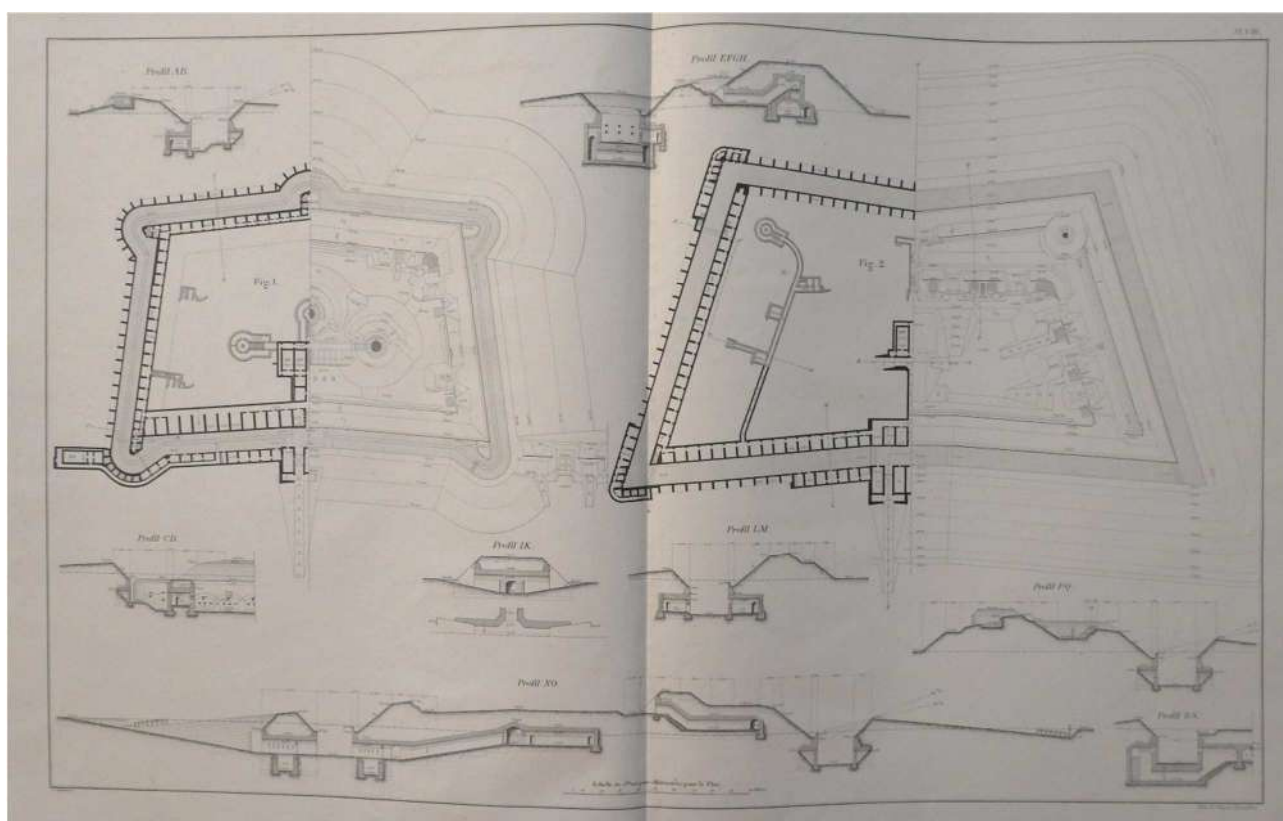
Tav. 17.

⁴³ H. A. Brialmont, *L'influence du tir polygonal et des obus – torpilles sur la fortification*, Bruxelles 1888.

⁴⁴ Gli olandesi hanno studiato un tipo di forte, quello del Voorduyn, dello Scherer e dello Snyders, la cui profondità è limitata allo stretto necessario a ciò che possono essere le esigenze della truppa per la loro difesa. Il forte olandese ha una superficie di 5600 mq e una profondità massima di 40 m, mentre quello di Brialmont ha una profondità di 250 m e una superficie di 98000 mq. Inoltre il forte olandese ha una sola torre e una batteria corazzata nel mezzo del fronte di gola, la quale è destinata ad agire sugli intervalli ed è così ben riparata che il nemico per batterla deve portarsi a meno di 1000 m davanti ai forti collaterali. Si veda: H. A. Brialmont, *La fortification du temps présent*, Atlas, Bruxelles 1885, tavv. VI, XV; H. A. Brialmont, *L'influence du tir plongeant et des obus-torpilles sur la fortification*, Paris 1888, p. 119.



Tav. 18.



Tav. 19.

Brialmont propone i seguenti tipi:

« a. tipo di forte con ridotto in sito elevato (1).

Ha l'impianto di una grande lunetta che dal saliente del fronte principale alla metà della cortina del fronte di gola bastionato misura più di 250 m. La lunghezza dei fianchi, misurata sul rivestimento staccato, è di 215 m. Il fronte di gola ha un'estensione di 435 m. Ha una superficie, fatta eccezione del fossato, di poco più di 98000 mq;

b. tipo di forte con ridotto in sito elevato (2).

Si tratta di un forte dalla pianta trapezoidale con i lati spezzati a tenaglia e il fronte di gola bastionato; ha una profondità compresa tra 205 m, e 245 m. Occupa un'area, escluso il fossato, di circa 74000 mq;

c. tipo di forte con ridotto in sito acquatico.

Si tratta di una grande lunetta, della profondità di 158 m e con una superficie di circa di 56000 mq, escluso il fosso;

d. tipo di forte senza ridotto in sito elevato, con lunetta molto aperta; ha una profondità media di 120 m e si sviluppa in un'area approssimativa di 25000 mq;

e. tipo di forte senza ridotto in sito elevato con superficie di circa 24000 mq;

f. tipo di forte triangolare senza ridotto. Area approssimativa: 21000 mq;

g. forte triangolare senza ridotto. Superficie di 40 000 mq;

h. forte senza ridotto in sito acquatico. Area approssimativa di 36000 mq;

i. forte di sbarramento con ridotto. Forte dalla pianta esagonale con superficie di 60000 mq circa;

l. tipo di forte di sbarramento senza ridotto. Area di 30000 mq⁴⁵».

Il più piccolo forte presenta un bersaglio orizzontale di 25000 mq; il più grande meno di 100.000 mq. Il primo tipo differisce da quello analogo della Tav. XII per le maggiori dimensioni delle murature, per le modifiche introdotte nelle caponiere e nel ridotto e per un più largo impiego delle torri. Inoltre, nel suo ultimo libro, Brialmont persevera nel concetto della necessità di un ridotto⁴⁶ per le opere di maggiore importanza, al fine di prolungare la lotta anche quando il nemico sia riuscito a rendersi padrone del recinto principale.

⁴⁵ F. Lo Forte, *Ancora il ferro nella fortificazione (a proposito di un libro del generale Brialmont)*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1888, p. 11.

⁴⁶ Si tratta di un piccolo forte incastrato nel grande, con lo scopo di prolungare la lotta anche quando il nemico sia riuscito a rendersi padrone del recinto principale. Esso è circondato da un fossato, e qualche piccolo cannone a tiro rapido e con alcuni pezzi da 15 in torri.

Di contro, da parte italiana, il capitano Lo Forte⁴⁷ sostiene che lo scopo principale del forte è quello di impedire al nemico l'occupazione materiale di posizioni importanti; quello secondario, è di prendere parte alla lotta d'artiglieria a partire dai 4000 m di distanza in giù, attraverso abbondanti tiri curvi.

Un forte distaccato per rispondere bene a tutto ciò, deve avere le seguenti caratteristiche:

1. essere circondato da un fosso largo e profondo e ben fiancheggiato, con caponiere anche metalliche, sia con gallerie di controscarpa, da definirsi caso per caso.
2. avere un parapetto di sufficiente sviluppo, anche a debole profilo, con banchina abbastanza larga perché oltre i tiratori di fanteria, possano starvi dei pezzi da campagna;
3. avere alcuni piccoli cannoni a tiro rapido in torricelle ed eclisse per avvalorare la difesa vicina;
4. contenere una potente batteria di cannoni da 15 per fiancheggiare gli intervalli, ordinata presso a poco come nel tipo Woorduin;
5. contenere una riserva di numerosi mortai e molti obici per il tiro curvo, conservati in locali alla prova e da portarsi fuori, al momento del bisogno, servendosi di opportuni binari.

I mortai sono da installare nel cortile del forte, nel fosso di gola o meglio ancora lateralmente all'opera, e sul binario stesso che serve alle alte bocche da fuoco.

Un forte così concepito, fortemente disposto per la difesa vicina, non è soggetto all'azione distruttrice della viva forza. Se anche risulti bersaglio dei colpi nemici, con conseguente devastazione del ramparo e del cortile, non cesserebbe la sua capacità a resistere all'attacco di viva forza e ciò a ragione del suo fosso, delle caponiere che lo fianleggiano e dei numerosi fuochi di fucileria posti in modo da coronare il suo parapetto, qualunque sia lo stato in cui il tiro nemico lo riduca.

Dunque, le condizioni essenziali cui i forti devono rispondere sono⁴⁸:

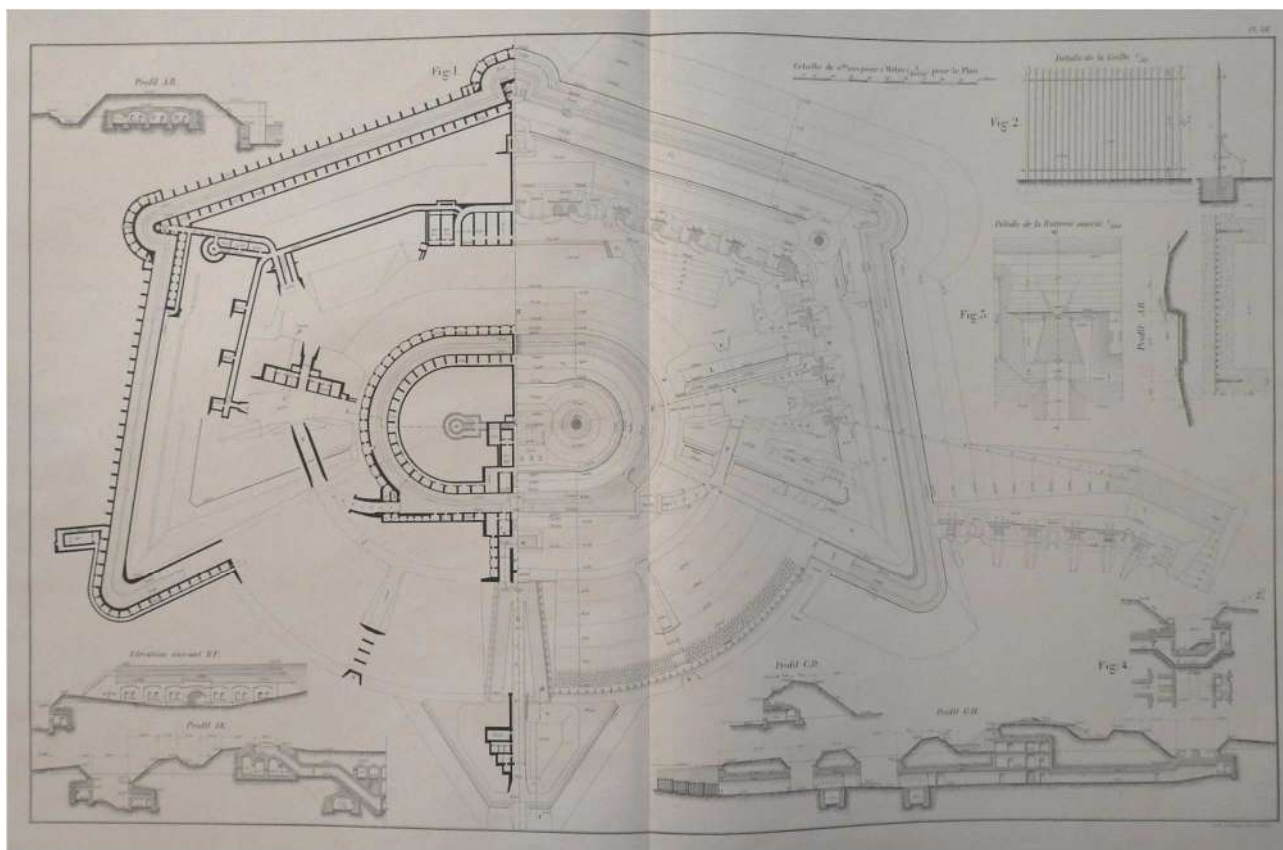
- avere minima profondità;
- che la grande batteria alla gola per il fiancheggiamento degli intervalli sia assolutamente al riparo dei tiri del nemico e non abbia a tacere se non quando il forte sia caduto in potere dell'assediate.

Che contenga molti locali alla prova per il ricovero degli uomini e per il deposito della riserva dei mortai, di obici, e di alcuni pezzi da campagna, etc.

Che sia poco visibile e perciò abbia un piccolo comando.

⁴⁷ F. Lo Forte, *Ancora il ferro nella fortificazione (a proposito di un libro del generale Brialmont)*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1888, pp. 5-61.

⁴⁸ F. Lo Forte, *Ancora il ferro nella fortificazione (a proposito di un libro del generale Brialmont)*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1888, pp. 5-61.



Tav. 22.

Inoltre il progetto è anche di migliorare quelli esistenti, secondo queste direttive:

1. togliere al ramparo tutto l'armamento adattandolo ai soli fuochi di fanteria e alle bocche da fuoco da campagna;
2. inspessire le volte dei locali ricorrendo al calcestruzzo, aumentando se possibile la copertura in terra;
3. aggiungere presso gli angoli di spalla qualche torre ed eclisse per piccoli cannoni a tiro rapido;
4. costruire, come prolungamento della gola, una batteria bassa e corazzata, per il fiancheggiamento degli intervalli.

3.6 La Scuola dei forti corazzati ridotti (a difesa indipendente).

In Italia ha prevalso la linea concettuale perseguita dal Brialmont, sotto forma di una sua variante elaborata soprattutto dal generale Enrico Rocchi: la scuola dei forti corazzati ridotti, a difesa indipendente.

Pur in accordo con le teorie dei sostenitori dei forti corazzati, la proposta consiste nel contenere numero, dimensioni, armamento ed equipaggiamento delle singole opere, così da limitare al massimo gli elevatissimi costi di realizzazione.

Il concetto base è quello di opere robuste e isolate, possibilmente su rilievi dominanti e quindi al sicuro dalle offese dell'artiglieria nemica e dalle sorprese della fanteria, non troppo costose, in grado di battere le antistanti opere permanenti nemiche e le artiglierie campali in avvicinamento, disposte ad intervalli di circa 4 chilometri, in modo da concedersi reciproco appoggio di fuoco.

Le strutture fortificate costruite solo pochi anni prima in base al piano Ferrero, o addirittura ancora in costruzione, risultano ormai obsolete. Demolirle o abbandonarle, come si è fatto in altri Stati europei, appare al governo italiano e ai militari uno spreco intollerabile; per questa ragione si è ritenuto più conveniente tentare innanzitutto l'adeguamento delle vecchie opere, aumentandone la protezione e ricorrendo a soluzioni innovati per l'armamento.

Rientrano in questo atteggiamento l'aggiunta di coperture frontali e sommitali in calcestruzzo a fortificazioni in pietrame preesistenti, il ricorso a enormi scudi di ghisa (le famose corazze Gruson da 220 mm) coperte da getti di calcestruzzo e terra per la protezione della batteria e l'adozione, non generalizzata, delle costosissime batterie "a sfera" o "a cannone prigioniero"⁴⁹.

Il risultato di questo tentativo si è concretizzato in strutture ibride frutto del disperato sforzo d'integrazione dei nuovi materiali con le realizzazioni tradizionali in pietrame e terra, ed è servito, unitamente al nuovo concetto di forte corazzato ridotto del gen. Rocchi, a dare un indirizzo peculiare alla fortificazione di montagna in Italia.

La montagna, per il valore naturale delle posizioni, è il luogo che, per antonomasia, dà *a pochi il mezzo di resistere ai molti*⁵⁰, perciò ha costituito indubbiamente il terreno più favorevole per la fortificazione sotto tutti gli aspetti dalla occasionale alla permanente. Giacché lo scopo della fortificazione in montagna è di provvedere alla difesa locale, di assicurare lo sbarramento delle linee d'invasione principali e di favorire la difesa attiva fornendole punti di appoggio per riprendere l'offensiva.

Dunque, la disposizione degli elementi fortificatori si organizza generalmente su due linee trasversali all'andamento delle vallate. In prima linea, verso il confine, le opere di carattere attivo, più indietro le

⁴⁹ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 125.

⁵⁰ Ivi, p. 70.

opere di sbarramento; la distanza fra le due linee varia a seconda della conformazione della zona montana considerata in relazione alle operazioni delle truppe mobili.

«La funzione degli sbarramenti nelle regione montuose è stata una conseguenza dell'evoluzione del principio rendere i monti un vero scacchiere di resistenza e di lotta⁵¹».

Gli sbarramenti hanno avuto funzioni strategiche, coprendo la mobilitazione, la radunata e lo schieramento strategico e facendo guadagnare tempo per la controffensiva; funzioni tattiche, in quanto nel raggio della loro azione di fuoco e della loro azione controffensiva da parte delle truppe che ne formano la guarnigione e che vi si appoggiano, hanno svolto anche un'azione tattica, tanto più notevole, quanto più attiva è l'azione della difesa; funzioni logistiche, fornendo assistenza a tutti quei servizi che in montagna sono assai difficili da organizzare e far funzionare.

Conseguentemente l'organizzazione difensiva di montagna ha seguito seguenti criteri generali:

«impiego di opere di carattere attivo o elementi di combattimento destinate all'azione lontana e costituite da batterie permanenti ovvero da appostamenti predisposti sulle alture laterali alla direttrice d'attacco; ricorso alla mobilità delle artiglierie, incavalcate su affusti da assedio, con i mezzi di trasporto in uso e con la preparazione di molte e opportune strade di arroccamento; costruzione di opere staccate protette per la difesa delle posizioni laterali di maggiore importanza ed in grado di funzionare da centri di deposito o di rifornimento delle batterie; costruzione, in casi eccezionali, di opere autonome ad azione lontana su zone importanti di oltre frontiera; costruzione dell'opera di interdizione armata di potenti artiglierie e costituita in modo da avere perfetta autonomia e grande resistenza; sicurezza della difesa dagli aggiramenti con posti di protezione e di vigilanza collocati sui punti più alti e sui valichi⁵²».

Gli elementi difensivi di prima linea di uno sbarramento alpino consistono in batterie posizionate in appostamenti preparati; batterie di combattimento ed opere permanenti (in barbetta, in barbetta protetta, in pozzi), opere autonome ad azione lontana (protette).

⁵¹ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 76.

⁵² Ivi, p. 77.

3.6.a. Opere autonome ad azione lontana

Le opere autonome ad azione lontana hanno rappresentato, in questo contesto, con il loro carattere offensivo, un correttivo a quello strettamente difensivo degli sbarramenti alpini tradizionali e costituivano non la norma bensì un elemento eccezionale nella fortificazione di montagna.

Erette isolate, su posizioni prossime al confine, quindi dominanti una zona di importanza militare di oltre frontiera, possono essere impiegate in pochissimi casi: quando, cioè, per il vasto campo di tiro e per l'importanza degli obiettivi da raggiungere oltre il confine, si siano immaginati dei considerevoli vantaggi nel loro utilizzo, tali da giustificare l'esecuzione di lavori difficili e onerosi.

Gli obiettivi di tali opere sono i seguenti: «agire sui bersagli più lontani con la massima efficacia, sicurezza e celerità di fuoco; presentare capacità di resistenza autonoma, in modo da proseguire la loro azione anche dopo la caduta delle posizioni retrostanti; essere in grado, per quanto è possibile, di esercitare l'azione del loro armamento in qualunque stagione⁵³».

In ragione del loro carattere di completa autonomia, queste opere vengono progettate con tutto l'occorrente – quanto a munizioni e viveri – per un'azione ed una resistenza prolungata. I magazzini e i laboratori di munizioni, i ricoveri per il presidio, i depositi viveri, sono organizzati fuori dall'opera e collegati con questa mediante una comunicazione facile e sicura in ogni tempo; ed inoltre congiunti all'opera con una galleria scavata in roccia o di muratura, a causa delle rigidità del clima⁵⁴.

L'altitudine della posizione e le favorevoli condizioni della località hanno potuto generalmente garantire la necessaria sicurezza dell'opera, completando la vantaggiosa configurazione del terreno con opportuni lavori.

Le parti più colpite da sorprese e colpi di mano sono quelle rivolte dalla parte dell'accesso; perciò, le disposizioni per la difesa vicina, vengono completate occupando, con un ricovero difensivo e con batterie di cannoni a tiro rapido o mitragliatrici, i punti più importanti di tale accesso in accordo con la configurazione del terreno.

Tutto ciò ha indubbiamente influenza sugli elementi costitutivi delle fortificazioni (profilo, tracciato e particolari diversi), nonché sulla forma complessiva delle medesime.

⁵³ A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 86.

⁵⁴ Ivi, p. 87.

Profilo

«La ristrettezza dello spazio obbliga a dare al profilo la minima larghezza (o base) possibile, per cui viene data la preferenza ai fossi stretti con i muri di scarpa aderenti; così pure il raccordo fra il terrapieno alto e quello basso lo si fa sempre con il muro.

Sui fronti esposti solo al tiro delle artiglierie di piccolo calibro lo spessore del parapetto può ridursi sino a m. 6,00, ed anche a m.4,00; in quelli esposti alla sola fucileria, tale spessore può variare da m. 2,00 a m. 3,00.

Il pendio del parapetto e quello dello spalto si fanno molto inclinati (fino a $\frac{1}{4}$) a fine di diminuire il più possibile l'estensione degli angoli morti. Talvolta, per togliere questi angoli morti, è stato necessario un fosso indipendentemente dal ramparo, così come indicato in figura 17.

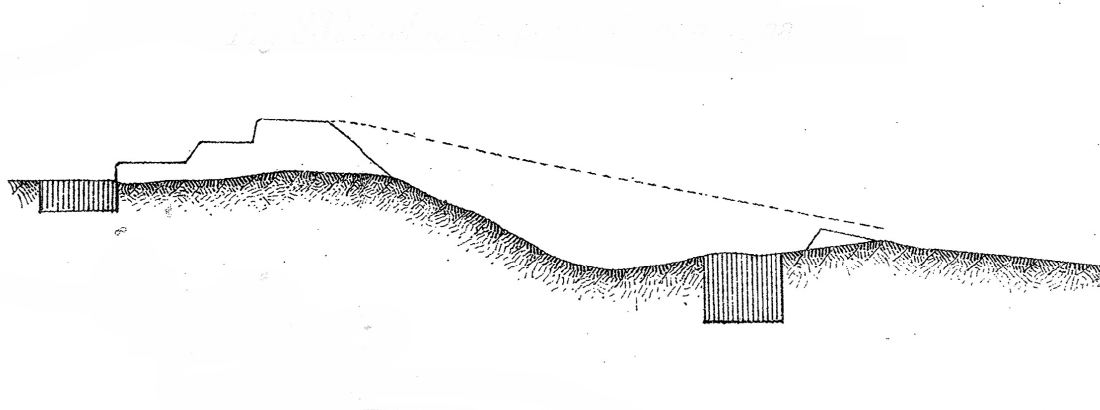


Figura 17.

Nel caso in cui il terreno dinanzi all'opera sia sotto forma di falda ripidissima, e quindi non praticabile, si è proceduto facendo corrispondere la scarpa esterna del ramparo all'incirca al ciglio superiore di tale falda e, così, annullando completamente il fosso (fig. 18); nel caso in cui la ripidità della falda non risulti sufficiente per assicurare l'impraticabilità, e il terreno si presenti roccioso, il progetto prevede la costruzione una scarpa di roccia (a c d), la quale, anche scoperta, può resistere indefinitamente ai tiri⁵⁵».

«Il dominio delle opere di montagna sul terreno di attacco permette di ridurre il dislivello fra i cigli coprenti e i cigli delle murature coperte, come pure di diminuire, e in qualche caso anche di sopprimere, il dislivello fra terrapieno alto e terrapieno basso; quest'ultimo, poi, in caso di ristrettezza di spazio,

⁵⁵ B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, p. 178.

può essere omesso. Per contro può farsi talvolta maggiore il dislivello fra il terrapieno alto e il piazzale interno a fine di ricavare locali casamattati disposti in due piani sotto il ramparo⁵⁶».

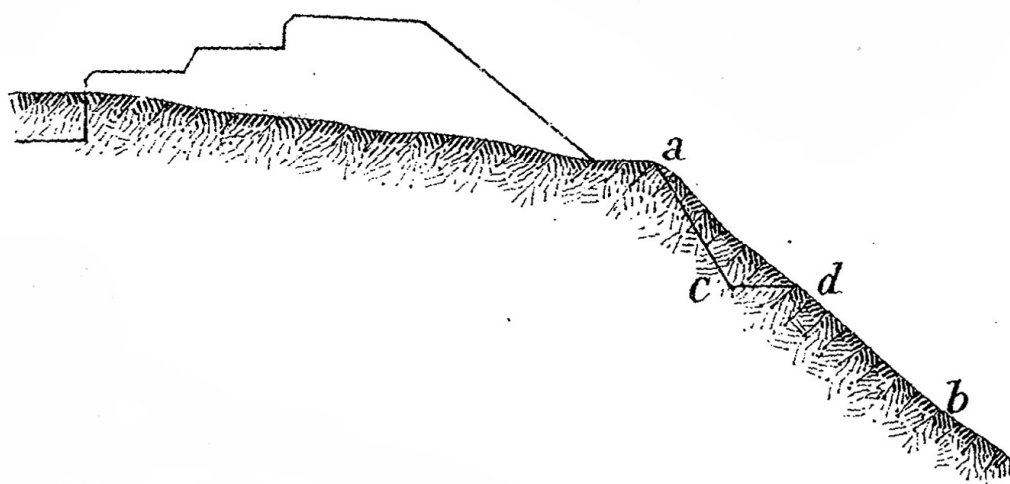


Figura 18.

In montagna è frequentemente avvenuto che le posizioni da occuparsi con opere siano risultate ristrette nel senso perpendicolare alla direzione del fronte o dei fronti principali; in tali condizioni si è verificata la quasi totale impossibilità di adottare un tracciato chiuso, anche per limitare le spese. È preferibile, dunque, ricorrere a un tracciato aperto, costituito dai rampari delle facciate destinate alla difesa lontana e da fianchi per la difesa vicina in modo da segnare l'andamento della cresta o del ripiano, costituenti la posizione, o se ne scostino di poco per soddisfare alle relative esigenze tattiche ... La difesa verso la gola viene soppressa, e la sicurezza contro sorprese o attacchi di viva forza si cerca di raggiungere mediante un fosso di gola, retrostante rispetto al terrapieno basso o anche a quello alto, nel caso in cui il primo sia annullato per ristrettezza di spazio. Il fosso a quel punto ha il valore del terrapieno interno, e, se il terreno lo permette, può anche costruirsi un cammino di ronda alla controscarpa per provvedere alla difesa vicina ... Quanto al fiancheggiamento, la ristrettezza di spazio determina e impone l'utilizzo

⁵⁶ B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, p. 178.

di fuochi di spalla e di mezze capponiere, nel caso in cui i cambiamenti di livello nel fondo dei fossi lo permettano (fig. 19)⁵⁷».

Nell'immagine si nota che il fosso F, più alto di quello F', è fiancheggiato dalla galleria di controscarpa G, alla quale si giunge per mezzo del sottopassaggio S, addossato al muro che divide il fosso superiore dall'inferiore, e che è utilizzato come mezza capponiera per il fiancheggiamento di quest'ultima.

Per quanto attiene alle *opere addizionali*, in montagna hanno assunto maggiore importanza che non in pianura, poiché spesso è convenuto che le opere più imponenti – per sviluppo ed armamento – siano state protette da opere minori, sia per difenderle contro attacchi provenienti dall'alto, sia per assicurarle contro altri attacchi vicini, in avvallamenti non battuti con sufficiente efficacia o non battibili dall'opera stessa.

Per battere poi gli avvallamenti, nell'armamento delle opere di montagna, hanno avuto sempre più importanza le bocche da fuoco, specialmente destinati ai tiri curvi, ossia obici e mortai.

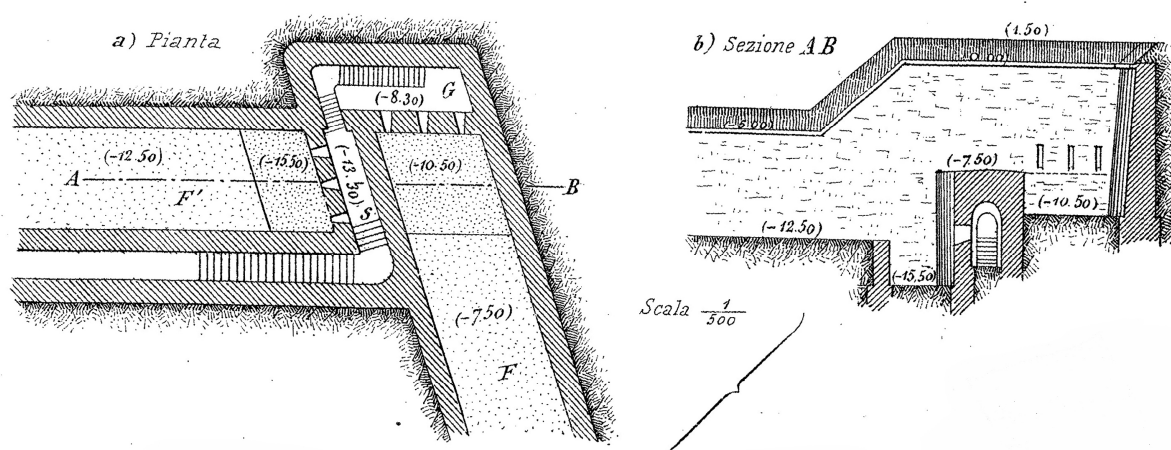


Figura 19.

⁵⁷ B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, p. 179.

3.7. La batteria corazzata tipo Rocchi

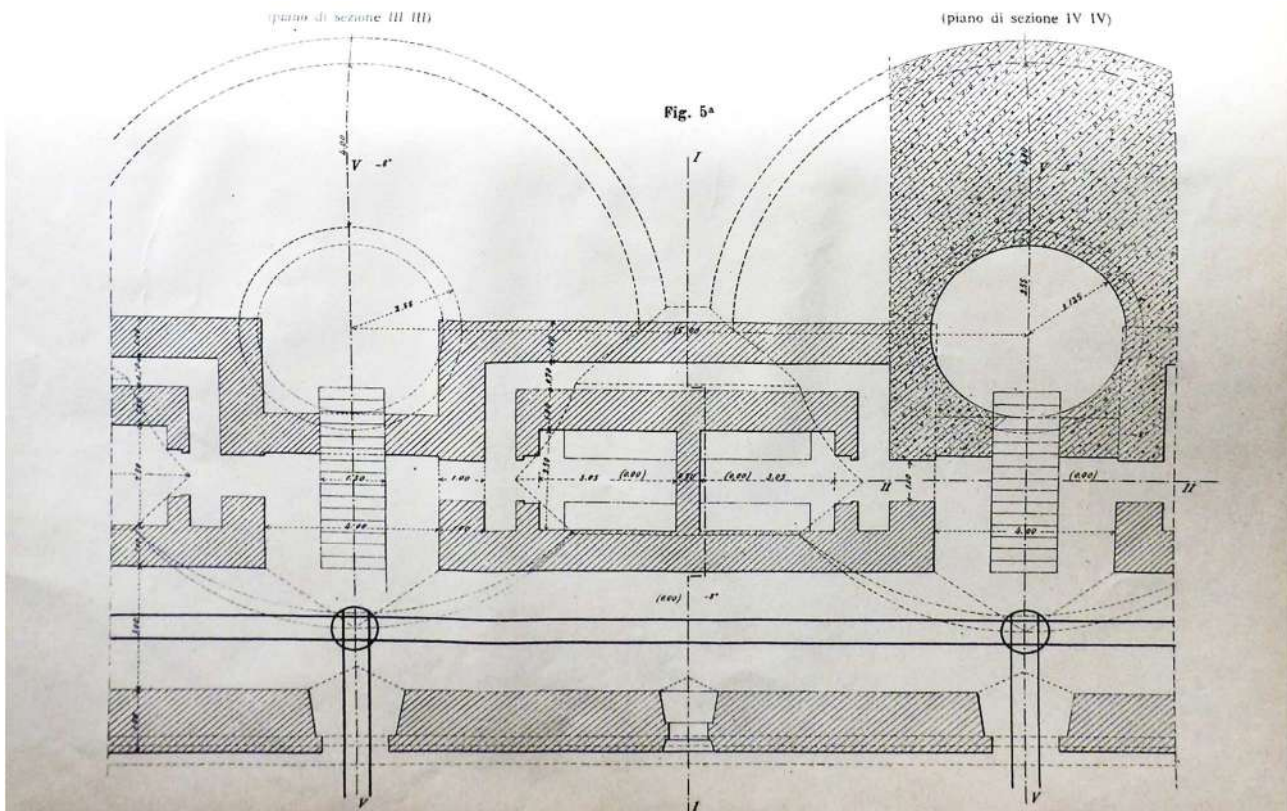


Figura 20.

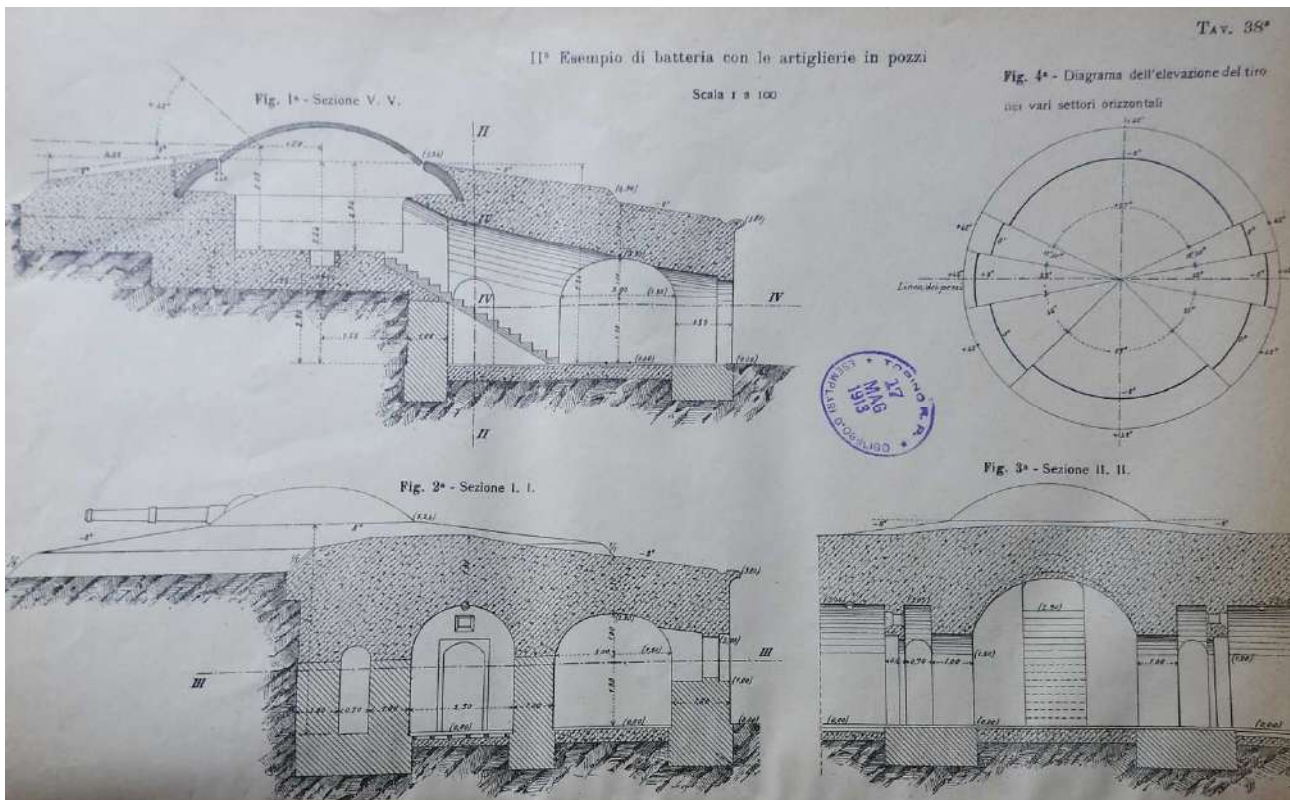


Figura 21.

A ragione di quanto sostenuto dal gen. Brialmont, i forti devono costituire i punti d'appoggio della linea di difesa ed essere in grado di esercitare sia l'azione frontale lontana, sia il fiancheggiamento degli intervalli. Si ammette dunque l'impiego moderato delle installazioni protette con campo di tiro orizzontale di 360° , riducendo al minimo l'estensione dei forti e semplificando il loro ordinamento interno ed esterno nell'intento di mantenere il costo delle opere entro limiti relativamente modesti e compatibili con le esigenze della difesa indipendente (figg. 20, 21).

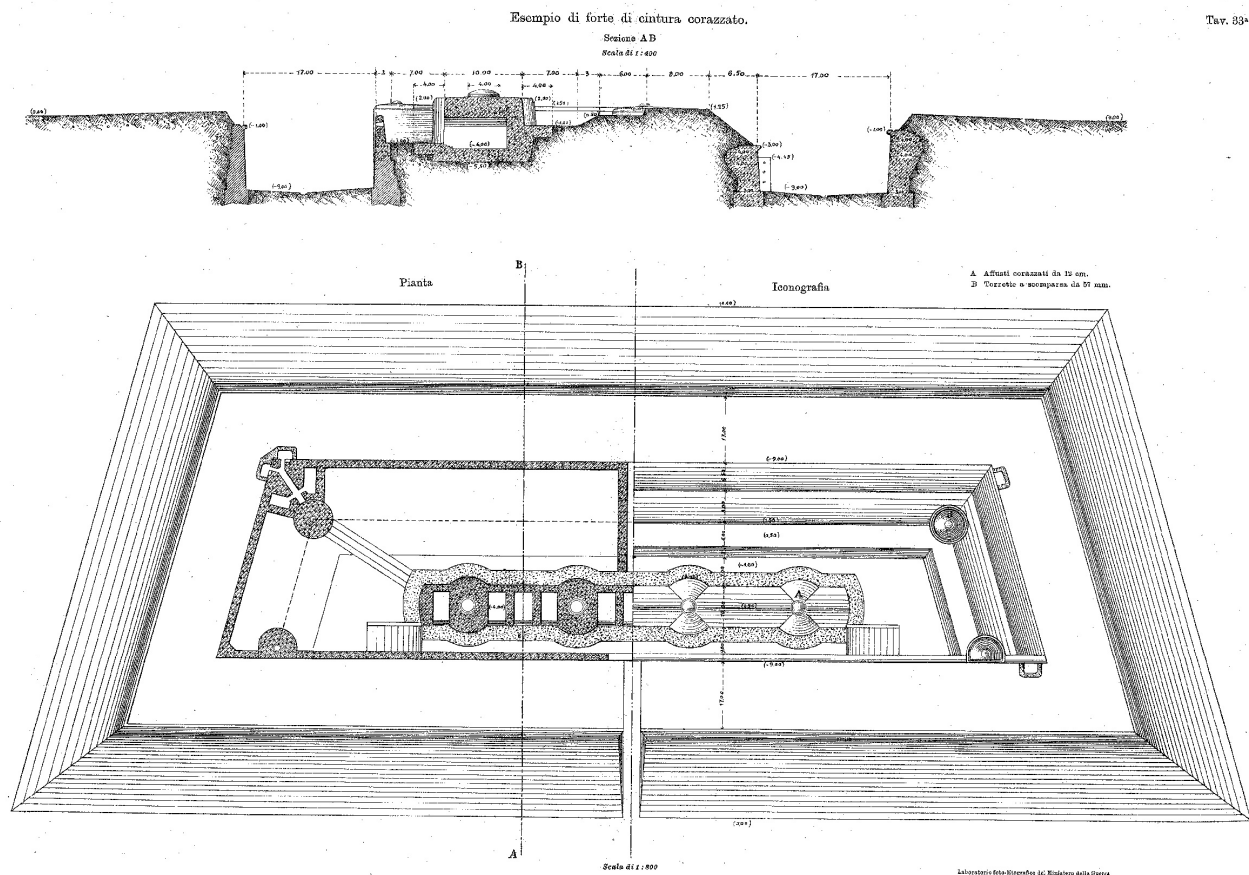


Figura 22.

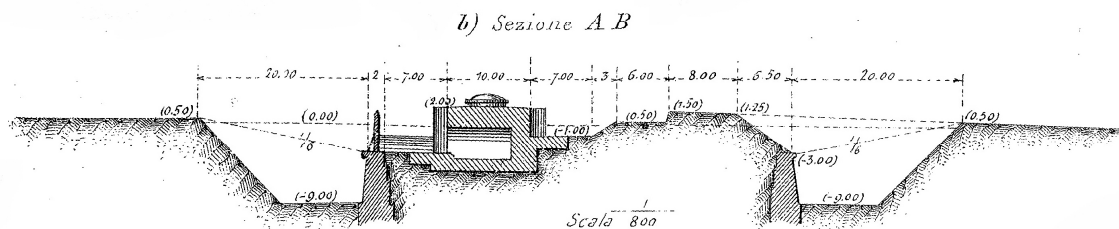


Figura 23.

Nel volume le *Fonti storiche dell'architettura militare*, pubblicato nel 1908, il generale Enrico Rocchi, senza precisare un tipo di opera⁵⁸, dà le seguenti direttive circa la costruzione dei forti dei campi trincerati odierni. (figg. 22, 23)

L'opera si riduce essenzialmente ad un banco di calcestruzzo, rilevato non più di 2,00 m sul terreno d'impianto, e largo da m. 10 a 12, nel quale sono disposti i cannoni destinati all'azione lontana su affusti corazzati, in un numero dipendente dall'importanza dell'opera e dagli obiettivi da battere, e ad intervalli grandi in media da 20 a 30 metri.

«L'autore ritiene che i cannoni più frequentemente impiegati sono quelli da cm 12, e che l'installazione più opportuna, nei riguardi tecnici ed economici, sarà l'affusto corazzato a scomparsa dello Schumann. Negli intervalli sono ricavati, dentro il masso cementizio, i locali alla prova necessari per il disimpegno dei servizi, cioè per l'alloggio di quella parte del presidio che non deve mai abbandonare l'opera, e per tenere al sicuro, durante il bombardamento, le artiglierie leggere con le relative munizioni e le truppe di fanteria destinate a respingere gli attacchi di viva forza.

Intorno alla banchina di calcestruzzo si sviluppa un trinceramento di terra, con tracciato semplicissimo dettato dalle forme del terreno, trinceramento che nel fronte di gola viene sostituito da un parapetto di lamiera alto da m 2,50 a m 3,00, spesso da 8 a 10 mm. ... Il terrapieno basso, che fa anche da piazzale interno dell'opera, è costituito da una zona di 7,00 m di larghezza concentrica alla banchina di calcestruzzo, ed è interrato di m. 1,00 in corrispondenza ai fronti principali, di m 3,00 dalla parte della gola. Agli angoli del trinceramento vengono installati quattro affusti corazzati a scomparsa (b) per cannoni a tiro rapido da 53 o da 57 mm. L'opera è circondata da un fosso largo m 20 alla bocca e profondo m 9, il quale ha soltanto la scarpa rivestita con muro di pietrame alto m. 6 e defilato ad 1/6. Il fosso è fiancheggiato da capponiere minime (C), poste agli angoli e costituite dai cofani di lamiera di ferro spessa da 2 a 5 cm, e rafforzata da ferri a T incastrati in un masso di calcestruzzo di cemento. Ciascuna di tali capponiere è armata con due cannoni a tiro rapido di calibro non inferiore a 42 mm, disposti nello stesso piano o, preferibilmente, in due piani sovrapposti (fig. c): nel primo caso la sporgenza della capponiera può essere compresa fra m. 0.80 e 1,00 e nel secondo fra m 1,80 e 2,00. Un piccolo sperone (s), addossato al muro di scarpa, serve ad impedire che i tiri uscenti da una delle capponiere vada a colpire la capponiera opposta. Il masso di calcestruzzo delle capponiere è terminato a spalto di forma convessa, e sul dinanzi esiste un fosso diamante. ... Considerando la semplice configurazione dell'opera e i piccoli rilievi, le comunicazioni fra le diverse parti sono stabilite in modo

⁵⁸ Questo è indicativo del fatto che Rocchi, a proposito dei particolari delle opere di fortificazione, non vuole che si parli di "tipi" giacché questi «possono riuscire molto comodi per chi è incaricato di studiarne un progetto di fortificazione, ma hanno il difetto originale di vincolare l'iniziativa e l'ingegno individuale nelle applicazioni e di condurre a tipi prefissati e teorici». Cfr. E. Rocchi, *Traccia per lo studio della fortificazione permanente*, Roma 1912, p. 132.

facile e sicuro. Dai locali casamattati posti sotto la banchina di calcestruzzo si accede, per mezzo di gallerie, alle torrette dagli angoli del trinceramento di terra, e da queste alle capponiere. Un'altra galleria parte da i locali anzidetti e sbocca nel fosso del fronte esterno. Le comunicazioni scoperte fra i terrapieni alto e basso del trinceramento esterno sono ottenute con numerose rampe inclinate da 1/5 a 1/6. L'ingresso all'opera è organizzato su di un ponte mobile attraverso il fosso di gola e difeso nei modi comunemente impiegati⁵⁹».

Lo stesso Zanotti, nel descrivere il forte tipo Rocchi, avanza delle perplessità in merito alla struttura di pietrame del muro di scarpa, giacché a suo avviso sarebbe stato più utile sostituirla con una in calcestruzzo di cemento, spingendo le fondazioni a 2 o 3 metri sotto il fondo del fosso: la soluzione, quindi, per Zanotti, è di rimpiazzare il muro di scarpa con una cancellata metallica alta da 3 a 4 m, rivestendo inoltre la controscarpa secondo la proposta del Brialmont.

⁵⁹ B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891, pp. 210-211.

Referenze iconografiche

Figura 1. Campo trincerato di Anversa (da Zanotti 1891, tav. XXXI, fig. 249).

Figura 2. Forte tipo belga (da Zanotti 1891, tav. XIV, fig. 124).

Figura 3. Esempio di forte corazzato, tipo quello costruito attorno a Liegi e Namur (da Lo Forte 1888, III, tav. 2).

Figura 4. Esempio di forte proposto da Brialmont per la fortificazione del fiume Mosa (da Brialmont 1885, tav. 2).

Figura 5. Al centro esempio di forte di cintura con ridotto tipo Brialmont (da Rocchi 1899, tav. 1).

Figura 6. Forte tipo Tunkler (da Marinelli 1910, tav. 13).

Tav. 1. Iconografia e pianta delle murature di un forte del tipo Tunkler, con la fronte anteriore leggermente spezzata a dente, con i fianchi rettilinei e con la gola a tanaglia ad angolo ottuso (da Rocchi 1892, tav. 1).

Tav. 2. Profili di un forte tipo Tunkler (da Rocchi 1892, tav. 2).

Tab. 1. Sulla profondità delle opere (da Rocchi 1892, p. 26).

Tav. 3. Iconografia del forte preso in esame (fig. 1), nel quale sono stati eseguiti i lavori di trasformazione indicati alle lettere a), b), c), d), con l'aggiunta, alla fronte di gola, della batteria casamattata.

Tav. 4. Forte tipo Tunkler.

Tab. 2. Indicazioni sull'ammontare delle opere di muratura necessarie alla costruzione di una batteria casamattata, dei ricoveri alla prova e delle capponiere (da Rocchi 1892, p. 50).

Tavv. 5, 6, 7, 8, 9. Forte tipo Tunkler.

Figura 7. Al centro esempio di forte di cintura con ridotto tipo Brialmont (da Rocchi 1899, tav. 1).

Figura 8. Profilo di un ramparo organizzato con cupole girevoli (da Zanotti 1891, tav. XXVII, fig. 226).

Figura 9. Tipo di opera con ordinamento a cupola girevole (da Zanotti 1891, tav. XXVIII, fig. 227).

Figure 10, 11, 12, 13. Profilo di ramparo (da Zanotti 1891, tav. XXXIII, fig. 254, 256, 257, 258).

Figura 14. Nella figura è rappresentata una piazzola in calcestruzzo per un pezzo in barbetta. Il suo tracciato, a settore circolare, consente un notevole risparmio di spazio, materiale e spesa; offre un campo di tiro di 120°, anche se i bonetti laterali, che possono tranquillamente sopprimersi, riducono questo campo di tiro a 90° (da Zanotti 1891, tav. XXXIII, fig. 259).

Figura 15. Capponiera con corazzatura fissa (da Zanotti 1891, tav. XXXIII, fig. 260).

Figura 16. Capponiera con corazzatura mobile (da Zanotti 1891, tav. XXXIII, fig. 261).

Tav. 10. Forte tipo Mougin; nelle figg. 3 e 4 si dà un'idea dell'organizzazione interna dell'opera (da E. Rocchi 1888, tav. I).

Tavv. 11, 12, 13. *Progetto di un forte secondo le proposte del tenente colonnello Wordouin* (da RAG 1888, vol. I, tavv. I, II, III).

Tavv. 14, 15, 16. *Idee e proposte russe relative allo stato attuale della fortificazione* (da RAG 1890, vol. IV, tavv. I, II, III).

Tav. 17. Tipo di forte disegnato dal colonnello Woorduyn (da H. A. Brialmont 1885, tav. XV).

Tav. 18. Tipo di forte disegnato dal generale belga Brialmont 1885, tav. V (da H. A. Brialmont 1885, tav. V).

Tavv. 19–29. Tipo di forte disegnati dal generale belga Brialmont (da H. A. Brialmont 1885, tavv. xxxx).

Figura 17. Profilo di opera di montagna (da Zanotti 1891, tav. XXVIII, fig. 261).

Figura 18. Profilo di opera di montagna (da Zanotti 1891, tav. XXVIII, fig. 233).

Figura 19. Fiancheggiamento dei fossi in un'opera di montagna (da Zanotti 1891, tav. XXIX, fig. 237).

Figura 20 e 21. Esempio di Batteria con le artiglierie in pozzi, pianta e sezioni (da Guidetti 1913, tav. XXXVIII).

Figura 22 e 23. Esempio di forte di cintura corazzato tipo Rocchi, pianta e sezioni (da Rocchi 1902).

4. Il sistema di fortificazione italiano e austriaco lungo il confine orientale.

4.1. Le premesse storiche per la creazione di un nuovo sistema difensivo nell'Italia post-unitaria. I Fatti.

Le vittoriose campagne della Seconda guerra d'Indipendenza del 1859-1860, tassello fondamentale per l'evoluzione del lento processo dell'Unità d'Italia, hanno posto immediatamente il giovane regno sabaudo di fronte alla necessità di provvedere adeguatamente alla difesa del territorio.

Dal punto di vista militare, fin dall'epoca dei Romani, le Alpi hanno rappresentato un'importante terreno di difesa. Avere il controllo di un passo o di una cima significava soprattutto prevenire eventuali invasioni da parte di eserciti nemici; e ancora oggi lungo i vari sentieri dell'Arco alpino sono visibili i resti di fortificazioni e opere campali che riconducono ad architetture spesso tra loro differenti, ma aventi un denominatore comune: rispondere ad esigenze militari.

L'intero Arco alpino, limite terrestre naturale della Penisola, ha da sempre costituito la frontiera per antonomasia del neonato Regno d'Italia: indispensabile pertanto munirlo di un congruo impianto difensivo permanente, articolato su numerosi caposaldi fortificati di variabilissima consistenza e tipologia.

Consapevoli di ciò, nel 1860 è stata istituita la Commissione Permanente per la Difesa dello Stato¹, sotto la presidenza del principe Eugenio di Savoia Carignano², con lo scopo di «evitare, per quanto possibile, di intraprendere la costruzione di nuove fortificazioni, la cui importanza avesse a cessare allorché l'Italia fosse giunta ai suoi naturali confini; accrescere le difese permanenti nei soli punti giudicati più essenziali in vista di una possibile guerra con l'Austria; farlo in modo che i lavori fossero portati a termine in breve tempo e con un non rilevante dispendio»³. Già alla fine di marzo del 1862 i generali Agostino Porrino (Torino, 1816 - 1863) e Filippo Brignone (Bricherasio, 1812 - Torino, 1877), membri di un'apposita Sotto-Commissione nominata in seno alla Commissione Permanente per la Difesa Generale dello Stato, elaborano una prima *Relazione sulla difesa del confine italiano verso l'Austria*⁴.

¹ Cenni sui lavori della Commissione Permanente per la Difesa dello Stato del Paese dall'epoca della sua istituzione (gennaio 1862) fino all'irrompere della guerra del 1866. AUSSME, fondo G25, busta 27, fasc. 1.

² In base al Regio Decreto in data 23 gennaio 1862 istitutivo della Commissione Permanente per la Difesa del Regno, i membri erano nominati dal Ministro della Guerra.

³ N. Stefani, *La Storia della Dottrina e degli Ordinamenti dell'Esercito Italiano*, vol. I, Roma 1984, p. 176.

⁴ Sempre nel marzo 1862 la Sotto Commissione presenta un piano di *Difesa della Frontiera verso il Tirolo_Fortificazioni di Brescia*. AUSSME, fondo G26, b. 15, fasc. 2.

Anche il problema della difesa costiera viene preso in maggiore considerazione per l'esposizione di Firenze al pericolo di sbarchi navali sul litorale toscano, tanto che nella seduta della Commissione di Difesa del 29 novembre 1864 si decise di nominare una *Sotto Commissione* con l'incarico di esaminare alcuni rapporti inerenti le fortificazioni del litorale italiano⁵.

Nel frattempo, in occasione della Terza guerra d'indipendenza (1866) e dell'annessione del Veneto, oltre a palesarsi ulteriormente il problema principale della difesa del Regno, cercando di coordinare i numerosi controlli regionali preesistenti in un disegno con una qualche parvenza di razionalità unitaria, si è altresì presentata la necessità di dedicare qualche risorsa alla manutenzione, se non al rinnovamento, delle vetuste strutture della frontiera alpina, anche se la Francia viene ancora considerata, nonostante la tensione per i fatti di Mentana, un vicino relativamente amichevole.

La Commissione Permanente non perde tempo e già tra giugno e settembre 1867⁶ presenta tre progetti di difesa delle nuove province venete: *Rapporto sulla difesa del Veneto*, zona comprendente il Polesine, la linea Venezia-Vicenza-Verona, la piazza di Venezia e le bocche del Po; *Rapporto sulla ricognizione della terza zona* (sistema del Quadrilatero compreso Borgoforte); *Rapporto sulla ricognizione della zona compresa tra la sponda sinistra del Brenta, il confine dello Stato verso l'impero austriaco ed il mare, escluse la città e dipendenze di Venezia*; *Relazione sulla prima zona delle province venete*.

Segue, a marzo 1868, il rapporto della Sotto Commissione sulla difesa delle province venete e mantovane redatto dai generali Enrico Morozzo della Rocca (Torino, 1807 - Luserna san Giovanni, 1897), Giuseppe Francesco Ricci, Luigi Federico Menabrea (Chambéry, 1809 - Saint-Cassin, 1896) e Cesare Francesco Ricotti Magnani (Borgolavezzaro, 1822 - Novara, 1917)⁷.

L'attuazione dei piani e dunque l'edificazione di fortificazioni, proposti ripetutamente dalla Commissione Permanente, si va a scontrare con gli scarsi fondi destinati al Ministero della Guerra, a causa della grave situazione di bilancio dello Stato di quegli anni.

È stato necessario, perciò, predisporre un sistema di fortificazioni lungo tutto la frontiera terrestre e preparare le zone di radunata dell'esercito ipotizzando l'invasione sia da ovest che da est, senza trascurare eventuali offese dal mare.

Con la guerra franco-prussiana vengono modificati profondamente i rapporti di forze in Europa; in particolare, dopo la caduta di Napoleone III, l'Italia non godendo più del suo tradizionale punto

⁵ Commissione permanente per la Difesa generale dello Stato, *Relazione della Sotto Commissione incaricata di esaminare alcuni rapporti riflettenti le fortificazioni del litorale italiano*. AUSSME, fondo G 25, b. 27, fasc. 1.

⁶ Per i progetti di guerra contro la nazione elvetica si veda A. Rovighi, *Un secolo di relazioni militari tra Italia e Svizzera 1961*, Roma 1987

⁷ AUSSME, fondo G25, b. 28, fasc. 3.

d'appoggio, giace in una situazione internazionale alquanto preoccupante e assolutamente priva di alleanze.

A complicare la situazione e ad allungare i tempi interviene la presa di Roma del 1870, che costringe la Commissione a compiere un ulteriore lavoro supplementare⁸.

Nell'agosto del 1871 la Commissione Permanente per la Difesa dello Stato presenta finalmente la relazione, a corredo del *Piano Generale di Difesa dello Stato Italiano*, sotto forma di pubblicazione a stampa, denominata *Piano Generale di Difesa dell'Italia*⁹.

Il documento adempie essenzialmente allo scopo di stabilire il numero, l'ubicazione e la costruzione delle fortezze che avrebbero costituito il sistema difensivo dello Stato, e l'ampliamento della rete ferroviaria con due distinti piani fortificatori da porre in relazione alle disponibilità finanziarie: un primo piano completo tipo "A" con 97 punti fortificati (di cui 47 nuove costruzioni, 19 da ristrutturare completamente e 41 da rimodernare), l'altro ridotto tipo "B" con 77 piazzeforti¹⁰. Per la frontiera nord-est si prevede una serie di opere di sbarramento dei valichi alpini e campi fortificati di pianura, normalmente a ridosso di corsi d'acqua.

Oltre alle fortezze isolate di Venezia, Palmanova e Bologna, i complessi di opere vengono addensati sulle linee del Mincio-Po, dell'Adige, della Livenza.

Completano il sistema difensivo a carattere permanente del piano completo "A" una decina di sbarramenti alpini¹¹. Tuttavia, il piano risulta troppo oneroso per le disponibilità di bilancio costringendo il ministero della guerra a presentarne uno ancora più modesto, nel quale si rinuncia a fortificare i passi appenninici.

⁸ M. Mazzetti, *I piani di guerra contro l'Austria dal 1866 alla Prima guerra mondiale*, in *L'Esercito Italiano dall'Unità alla Grande Guerra (1861-1918)*, Roma 1980, p. 161.

⁹ Il piano, quasi ultimato nel 1866 dopo un'attenta indagine topografica del territorio nazionale, doveva obbligatoriamente essere rivisto, aggiornato e modificato a seguito dell'annessione del Veneto, prima, e della presa di Roma. Infatti, a conclusione della guerra del 1866, il trattato di pace italo-austriaco firmato a Vienna assicurava notevoli vantaggi all'Austria-Ungheria, assegnandole il controllo di parte dello stesso versante italiano sulla dislivellata di confine. Il confine dello Stelvio piegava verso Sud in direzione del passo Croce Domini toccando il monte Adamello ed il monte Listino. Dal Trentino, potevano partire gli attacchi in direzione della pianura veneto-friulana, sguarnita di qualsiasi opera difensiva. All'interno di questo scacchiere montano, una parte importante ebbero nella Grande Guerra, l'Altipiano di Asiago e le Prealpi Venete dove, nel periodo prebellico, erano stati costruiti i forti italiani. Cfr: F. Minniti, *Esercito e Politica da Porta Pia alla Triplice Alleanza (1870-1871)*, Roma 1984.

¹⁰ Il piano "A" si riferisce alla difesa generale del Regno in qualunque ipotesi di guerra continentale e marittima che il nostro Stato abbia a sostenere, sia isolatamente, sia sussidiato da alleanze, contro le vari potenze d'Europa che ne minacciassero l'indipendenza.

¹¹ Il piano "A" prevedeva la costruzione verso il confine austriaco di n. 11 forti (Edolo, Monte Pipolo, Monte Moscallo, Passo delle Fugazze, Primolano, Castel Lavazzo, Ospedaletto, Stupizza, Borgoforte, Sacile, Motta di Livenza) e il rifacimento di altri 15 (Boara, Bologna, Badia, Legnago, Verona, Pastrengo, Santa Maria Maddalena, Mantova, Peschiera, Cremona, Pizzighettone, Piacenza, Palmanova, Rivoli, Rocca d'Anfo).

Il nuovo piano viene approvato dalla camera nel 1874, ma ritirato dal governo, proprio a ridosso dell'approvazione anche dal Senato, per sopravvenute complicazioni finanziarie.

Accanto alle predisposizioni difensive, ritenute prioritarie in considerazione della superiore potenza militare austriaca rispetto alle forze italiane in corso di riorganizzazione attorno al nucleo centrale dell'Armata Sarda, peraltro duramente impegnate nella lotta al brigantaggio nelle province meridionali, i vertici dell'Esercito non mancano di promuovere studi sulle azioni offensive verso la frontiera orientale.

Nel frattempo, la Commissione Permanente per la Difesa dello Stato viene sostituita nelle competenze di studio dei piani operativi dal Comitato di Stato Maggiore Generale¹².

I lavori del Comitato si distinguono subito da quelli prodotti dalla Commissione Permanente per un taglio di più ampio respiro che ben si accorda al contesto strategico delle ipotetiche alleanze che l'Italia avrebbe stretto durante i conflitti con i Paesi confinanti.

Nell'eventualità di una guerra contro l'Austria, il Comitato di Stato Maggiore nel 1876-1877 viene incaricato del progetto di prima radunata dell'esercito che contempla lo schieramento di nove corpi d'armata verso la frontiera e di uno destinato alla difesa di Venezia, Ancona e di altre piazze marittime. Sempre nel 1877 si ha traccia dell'aggiornamento del piano di *Difesa Sud* in caso di conflitto con l'Austria, in cui vengono considerate come poco probabili le importanti azioni anfibie da parte della marina asburgica contro le coste italiane. Nel 1878 vengono inoltre valutati due progetti di radunata che prevedono lo schieramento dei comandi di tre armate a Verona, Bologna e Mantova nel primo caso, e a Vicenza, Rovigo e Verona nel secondo. Nel 1879 il Ministero della Guerra decide di affiancare al Comitato altri due organi incaricati di occuparsi di studi particolari relativi alla pianificazione. Infatti, con i dispacci n. 5647 del 13 giugno e n. 1758 del 22 febbraio, la Direzione Generale dell'Artiglieria e Genio nomina rispettivamente una Commissione Tecnica per lo Studio dei Forti Alpini della Frontiera Settentrionale e una Commissione per lo Studio della Difesa delle linee

¹² Il Comitato di Stato Maggiore Generale era organo consultivo del governo nelle grandi questioni militari, che doveva anche di sua iniziativa studiarle, e richiamare su di esse l'attenzione del Ministero della Guerra. Le competenze del Comitato, a carattere non permanente, furono meglio definite e specificate il 7 maggio 1874: «è ufficio del presidente del Comitato di attendere agli studi richiesti nell'interesse generale della Difesa dello Stato. In correlazione a questa sua incombenza tutti i progetti parziali fatti all'oggetto medesimo saranno deserti al suo esame dal ministro della guerra. Egli ha all'alta direzione del corpo di Stato Maggiore in quanto concerne gli studi e lavori di specialità del corpo medesimo relative alla difesa dello Stato. In questo il Comandante del Corpo di Stato Maggiore da lui dipende e riceve le opportune istruzioni». Si tratta, quindi, di attribuzioni essenzialmente attinenti a funzioni di studio e di pianificazione in tempo di pace, che esulavano da competenze direttivo di comando sul campo.

Cfr: Ufficio Difesa dello Stato, *Sunto degli studi compiuti e dell'azione esplicata dal Comando del Corpo di Stato Maggiore per la difesa permanente dello Stato dal 1896 ad oggi, 1908*. AUSSME, fondo F4, b. 46, fasc. 4.

d'invasione sulla Frontiera Settentrionale, presieduta nell'ordine dai generali Filippo Brignone (Bricherasio, 1812 – Torino, 1877) e Giuseppe Salvatore Pianell (Palermo, 1818 – Verona, 1892)¹³.

Tra le più importanti decisioni prese dal Comitato attraverso le Commissioni Tecniche interne vi è quella di privilegiare le costruzioni di opere di fortificazione permanente rispetto a quelle campali, da concentrare soprattutto in corrispondenza di valichi montani a sbarramento delle più pericolose linee d'invasione: «Il generale Pianell stima debbasi preferire, laddove possibile, l'impiego dei forti di sbarramento come sin d'ora furono intesi, vale a dire nel concetto che servì di base agli studi della Commissione Speciale da lui presieduta nello scorso anno e della Commissione Tecnica presieduta dal generale Brignone, cioè di chiudere le principali linee d'invasione con robuste opere permanenti, che possano far buona difesa con piccolo presidio, quand'anche siano abbandonate a loro stesse, ma pure situati in guisa da poter eventualmente servire in base ad operazioni di difesa attiva o di offesa. La fortificazione occasionale sarebbe quindi inservibile, se nonché in luoghi lontani dai confini e perciò in posizione di seconda o terza linea inaccessibili ai repentini attacchi.

Tale parere è condiviso da tutti i membri della Commissione, e convalidato da altre osservazioni di carattere strategico e tecnico dei generali Ettore Bertlé-Viale (Genova, 1829 – Torino, 1892) e Giovanni Bruzzo (Genova, 1824 – Torino, 1900), i quali «dalla nostra esperienza delle passate guerre attingono esempi a dimostrare come non sia prudente far soverchio assegnamento sui ripieghi della fortificazione occasionale per una difesa pronta e vigorosa»¹⁴.

Le riunioni del 1880 del Comitato analizzano, poi, i provvedimenti di dettaglio da prendere per preparare le varie linee di invasione a cominciare da quella ritenuta più importante, la Val Lagarina (Adige).

L'attenzione viene posta anche sull'importanza della regione del Cadore, che «ci offre buona posizione difensiva e al tempo stesso pure un ottimo sbocco offensivo verso la Val Pusteria, a pochi km è la principale linea di collegamento rifornimento del Tirolo (strada e ferrovia della Drava), ed anche uno sbocco contro offensivo per l'Alto Tagliamento verso la linea Pontebbana (Fella-Tagliamento)»¹⁵.

Il nuovo *Piano Generale per la Difesa dello Stato*, iniziato nel 1880, presentato nel 1885 e redatto dalla nuova Commissione, dopo aver esaminato i cinque possibili teatri di guerra¹⁶ in rapporto a due ipotesi di conflitto (contro l'Austria Ungheria e contro la Francia), tradisce la maggiore

¹³ AUSSME, fondo F4, b. 70, fasc. 3.

¹⁴ Il presidente del Comitato criticò il concetto fino ad allora prevalso “le ragioni principalmente di economia, sotto il Ministero del generale Ricotti, di contentarsi di sbarrare le principali linee d'invasione con opere di poca entità e quindi di poca spesa, capaci di una resistenza di pochi giorni, con il semplice scopo di coprire la mobilitazione e la radunata dell'Esercito e da abbandonarsi poi”.

¹⁵ *Verbali delle sedute del Comitato di Stato Maggiore Generale riunite in commissione per lo studio della Difesa dello Stato*. AUSSME, fondo F4, b. 70, fasc. I, *Teatro di guerra Nord-Est*, 1880.

¹⁶ Ivi.

preoccupazione di fornire al Paese un'adeguata protezione soprattutto contro la minaccia francese e non austriaca.

L'ingresso dell'Italia, il 20 maggio 1882, nella Triplice Alleanza, ha fatto sì che la Nazione si sia inserita a livello paritario, almeno formalmente, in un sistema di rapporti e di equilibri internazionali, in un frangente intriso di contraddizioni: la diffidenza dell'Austria e della Germania nei confronti dell'Italia porta a non sospendere i piani di guerra contro l'Austria, anche se, a partire dal 1882, i maggiori sforzi vengono dedicati all'ipotesi di un eventuale conflitto con la Francia.

Approntati gli studi per la radunata Nord-Ovest, il Comando del Corpo di Stato Maggiore inizia ad interessarsi dei piani di guerra contro l'Austria, completando nel giugno 1886 lo *Studio circa la difensiva e l'offensiva Nord-Est*. L'Italia si trova in una situazione di grande inferiorità rispetto all'Austria-Ungheria, a causa delle infelici condizioni strategiche dello scacchiere Veneto, privo di qualsiasi organizzazione difensiva, e della deficiente potenzialità della rete ferroviaria e stradale, poco atta alla radunata, e della scarsa efficienza del suo Esercito, quantitativamente e qualitativamente inferiore a quello della Duplice Monarchia¹⁷. Perciò, fino a quando la sistemazione difensiva in corrispondenza del saliente Tridentino, incuneato nella pianura Veneta così da minacciare lo schieramento avanzato italiano verso Est, non raggiunge una sufficiente consistenza, essa deve essere pronta a prevedere lo schieramento di un terzo delle sue forze, dallo Stelvio al Paralba, a protezione del fianco e delle retrovie del grosso dell'Esercito posto a difesa della frontiera orientale. L'Austria-Ungheria invece, appoggiandosi alle potenti fortificazioni del Trentino, è in grado di ridurre al minimo le truppe su questo fronte, ed attaccare con una massa maggiore attraverso la frontiera aperta del Friuli. Il piano operativo difensivo stilato dal generale Enrico Cosenz (Gaeta, 1820 – Roma, 1898) è condizionato dall'arretratezza dei lavori di rafforzamento mediante opere permanenti nelle zone di montagna del Trentino, del Veneto ed in Friuli. Le reiterate richieste inoltrate dal Ministero della Guerra alle autorità politiche per l'assegnazione di fondi straordinari destinati alla costruzione dei forti sono rimaste in larga parte inascoltate. Se le opere verso il confine francese, nei dintorni di Roma e nelle principali piazze marittime si caratterizzano di un discreto sviluppo, la cintura difensiva che il Corpo di Stato Maggiore intende creare a protezione della pianura Veneto Friulana rimane invece largamente incompleta¹⁸. Gli stessi progetti delle opere, a distanza di vari anni dalla loro realizzazione, risultano obsoleti di fronte al rapido sviluppo tecnico delle artiglierie d'assedio.

¹⁷ Ancora nel 1913 per la radunata sul Piave si potevano sfruttare due soli tratti ferroviari indipendenti: Verona-Vicenza a doppio binario e Monselice-Padova a semplice binario

¹⁸ A gennaio 1908, l'Ufficio Difesa dello Stato scrive: «Da quando l'Italia entrò a far parte della Triplice Alleanza, la nostra frontiera orientale venne lasciata nel più completo abbandono e le poche risorse disponibili furono tutte rivolte alla sistemazione difensiva della frontiera Nord-Ovest, la quale tenuto conto dell'orientamento politico, richiama in quel tempo il maggiore nostro interessamento." All'epoca risultavano in corso di costruzione le opere di Pal Piccolo,

Nel 1889 viene progettato un nuovo piano di mobilitazione e radunata a nord-est, con l'obiettivo di rafforzare la zona montana con la costruzione di opere fortificate nel settore Est, Nord ed Ovest.



Figura 1.

Chiusaforte, Monte Ercole, Cima di Campo, Cima Valedrana, Casa Ratti, Punta Corbin, Monte Tesoro (VR). Il forte di Osoppo era stato rimodernato».



Figura 2.



Figura 3.

Negli anni successivi il problema della difesa del territorio italiano continua a catalizzare l'attenzione dei comandi militari e dei vari Ministri della guerra che si sono alternati al dicastero di via XX settembre in Roma.

Nel 1896 non esiste altro programma di sistemazione difensiva dello Stato al di fuori di quello formulato nel 1871 dalla Commissione Permanente, e di quello abbozzato negli studi e nelle deliberazioni del Comitato di Stato Maggiore Generale (1880-1883).

Tuttavia, la maggior parte di tali studi, preziosissimi di per sé, nel 1896 sono da reputarsi non perfettamente rispondenti, né alle condizioni del territorio nazionale ed estero di quel momento, né ai progressi avvenuti nel frattempo nella tecnica e nei mezzi di offesa e di difesa. S'impone, pertanto, di riprendere in esame tutto il complesso problema della difesa del territorio, per armonizzarlo con i progressi intervenuti e con le reali necessità del Paese. A tal fine vengono istituiti dal Capo di Stato Maggiore dell'Esercito i cosiddetti "Viaggi di Stato Maggiore": nei quali, mediante la ricognizione dei

luoghi e tenendo conto dei precedenti studi compiuti, si esaminano i problemi della difesa relativi alle diverse linee d'operazione, e concretate proposte circa i provvedimenti da adottarsi¹⁹.

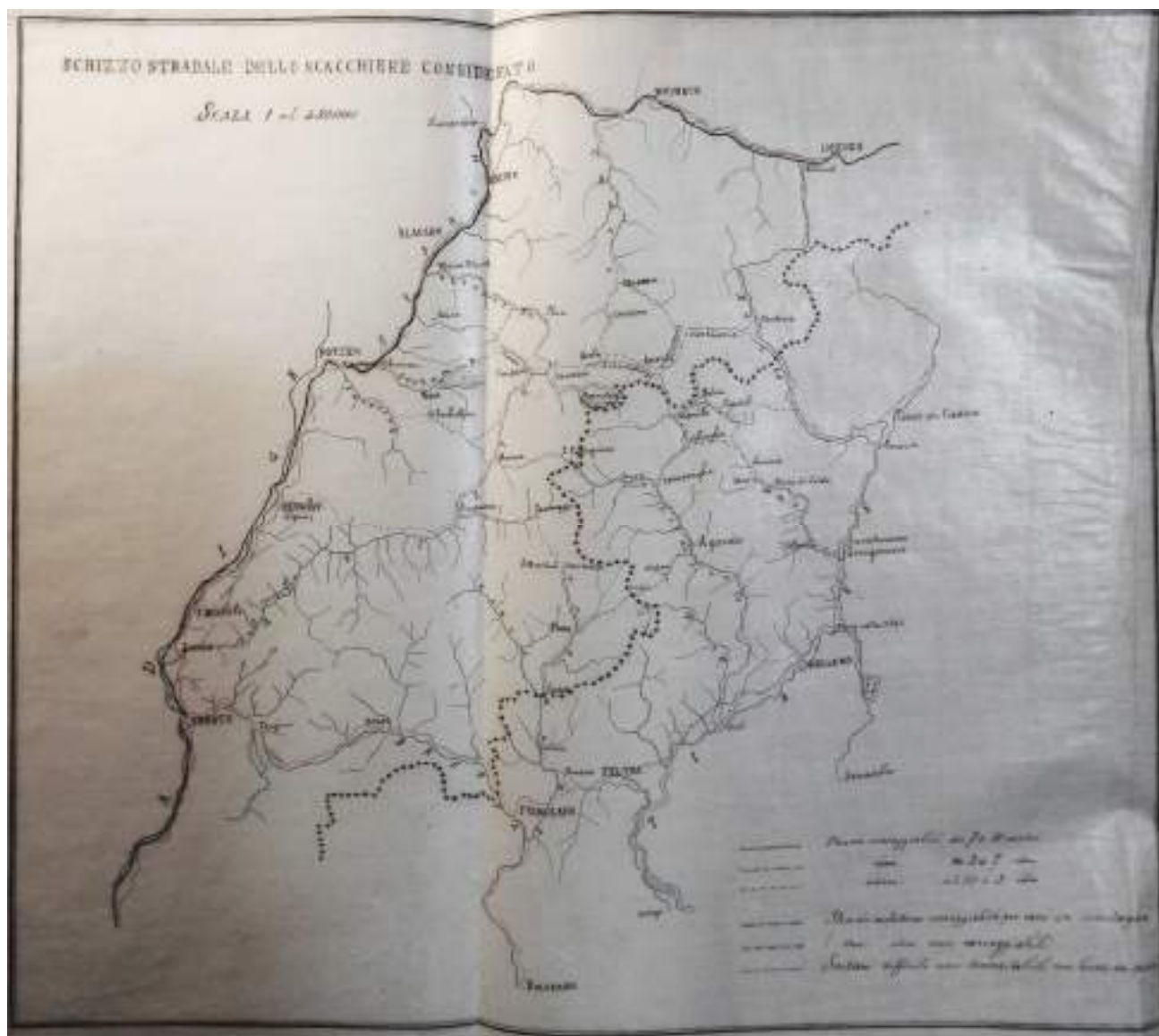


Figura 4.

¹⁹ Dalle diverse ricognizioni di oltre frontiera, dalle relazioni di viaggio del Corpo di Stato Maggiore, tra 1902 e 1904, risultava che le opere austriache già realizzate o in via di realizzazione erano di gran lunga superiori relativamente a robustezza costruttiva e armamento, rispetto alle opere italiane, la qual cosa spingeva il Capo di Stato Maggiore ad affermare che «le fortificazioni da costruire debbono consentirci di arrestare l'invasore dalle principali linee di marcia che attraversano la frontiera per una durata non inferiore ai 20-25 giorni, che occorrono alle nostre truppe per radunarsi e completarsi», aggiungendo inoltre che stanti le ristrettezze finanziarie, bisognava costruire solo le opere strettamente necessarie a soddisfare le richieste più urgenti. Si veda al riguardo: *Ufficio Difesa dello Stato, Sunto degli studi compiuti e dell'azione esplicata dal Comando del Corpo di Stato Maggiore per la difesa permanente dello Stato dal 1896 ad oggi, 1908*. AUSSME, fondo F4, b. 46, fasc. 2.

Nel 1911 si aggiunse il Viaggio dei generali, che aveva scopi più alti rispetto ai Viaggi di Stato Maggiore, inquadrando manovre a livello strategico con la partecipazione esclusiva di ufficiali generali di elevato rango.

Dal 1897 al 1903 gli stanziamenti per la costruzione di nuove opere permanenti sia nell'arco alpino che all'interno del Regno sulle coste, si bloccano completamente.

Molte vecchie fortificazioni ottocentesche, precedentemente sottoposte a revisione e manutenzione o a tentativi più o meno riusciti di adeguamento, vengono abbandonate, lasciate andare in rovina o addirittura demolite.

Sin dal 1899 si era provveduto all'organizzazione difensiva del Paese in base a proposte inoltrate al Capo di S. M. dell'Esercito dai comandanti dei singoli corpi d'armata territoriali: i lavori perciò non erano sempre proceduti con unità di indirizzo. Istituita, nel luglio 1899, la Commissione Suprema mista per la difesa dello Stato, questa aveva subito concretato un progetto di sistemazione difensiva del territorio nazionale, che aveva incluso in un complesso programma di spese straordinarie per l'esercito per un totale di 393 milioni, ma il relativo disegno di legge, presentato alla Camera dei deputati il 31 gennaio 1900, causa vicende parlamentari non era stato discusso²⁰.

Nel 1903, il Ministero della guerra, generale Giuseppe Ottolenghi (Sabbioneta, 1838 – Torino, 1904), espone chiaramente al governo le gravissime deficienze del sistema fortificati di confine, quasi del tutto indifesi, evidenziate dalle discrepanze tra i progressi delle artiglierie lo stato delle vecchie opere come le pianure del basso Friuli, i passi del Tonale e dello Stelvio, le valli d'Assa, d'Astico, del Brenta e del Cismon, le Giudicarie, l'alto Piave e l'alto Tagliamento²¹.

Sulla frontiera occidentale erano ancora totalmente indifesi tanto l'estremo tratto di confine attraversato dalla ferrovia litoranea, ed il retrostante Appennino, quanto le valli del Gesso, della Maira e della Vraita; le valli della Stura, della Dora, del Chisone, e quella d'Aosta lo erano insufficientemente; i ricoveri per truppe mobili erano molto scarsi, più scarse ancora le comunicazioni per lo spostamento dei reparti incaricati della difesa.

Sulle coste, quasi tutte le piazze marittime erano bisognevoli di sistemazione; talune erano ormai completamente indifese, altre protette da opere inutili perché vecchie, altre non sufficientemente rafforzate.

Infine, tutti i punti di sostegno nell'interno avevano bisogno di trasformazione, di rimodernamento. Ma i fondi a disposizione del Ministero della guerra per spese straordinarie non consentiva nessuna disponibilità per la sistemazione difensiva dei confini.

²⁰ Ministero della Guerra. Comando del Corpo di Stato Maggiore - Ufficio Storico, *L'Esercito italiano nella Grande Guerra (1915-1918)*, vol. I, *Le forze belligeranti*, Roma 1974, p. 25.

²¹ L. Giroto, *1866-1918. Soldati e fortezze tra Asiago ed il Grappa*, Novale-Valdagno (VI) 2002, p. 121.

Nel 1902, il rinnovo della Triplice Alleanza sopisce per nulla le preoccupazioni dei militari, anche perché l'Italia sembra ormai orientata a perseguire un graduale ravvicinamento alla Francia, in funzione chiaramente antiaustriaca.

Ma «eriger appostamenti difensivi nei pressi di un confine non era cosa che si potesse fare in segreto: le opere in muratura erano facilmente osservabili e se anche potevano essere mimetizzate non era facile nascondere il movimento di operai e il trasporto di grande quantità di materiali necessari alle costruzioni. Quindi la decisione di fortificare una frontiera diveniva un messaggio abbastanza esplicito nei confronti dello Stato confinante poiché ipotizzava un conflitto possibile, e non poteva essere presa a cuore leggero»²².

Un notevole passo in avanti in materia di difesa dei confini nella zona di frontiera con l'Austria-Ungheria è avvenuta nel 1904, quando il Capo di Stato Maggiore dell'Esercito, generale Tancredi Saletta (Torino, 1840-Roma, 1909), dopo aver effettuato un viaggio nel settore Nord-est, evidenzia la necessità di poter disporre di un robusto sistema difensivo così da arrestare il nemico per un tempo non inferiore ai 20-25 giorni, cioè il tempo necessario alle truppe per radunarsi e completarsi²³.

Saletta successivamente ha dato un notevole impulso al rafforzamento dei confini, ottenendo, peraltro, un aumento nelle possibilità di spesa legata alla costruzione e all'approntamento delle opere straordinarie, dei forti di sbarramento e dei lavori di difesa dello Stato, che passa dalle 800.000 lire del bilancio 1906-1907, ai 3.300.000 di quello 1907-1908; mentre la spesa per l'armamento delle fortificazioni passa, nello stesso periodo, da 2.000.000 a 3.700.000 lire²⁴.

Solo con il nuovo Piano Generale per la Difesa dello Stato, redatto nel 1908 dal Comitato di Artiglieria e Genio, si riesce a dare rinnovato vigore alla fortificazione alpina, grazie all'avviamento della maggior parte dei progetti che hanno poi portato all'apertura di ben 44 cantieri per opere corazzate moderne lungo la frontiera orientale.

L'effettiva ripresa dell'attività costruttiva, a partire dal dicembre dello stesso anno, si deve grazie all'approvazione della legge 5 luglio 1908 n. 361²⁵, che ha previsto lo stanziamento di ingenti somme per sovvenzionare i nuovi progetti. Trattandosi di lavori da effettuare in massima parte in montagna, la stagione invernale ne ostacola inizialmente la progressione, ma l'urgenza è ormai un dato acquisito ed accettato persino in Parlamento.

²² A. Saccoman, *Il generale Paolo Spingardi Ministro della Guerra 1909-1914*, Roma 1995, p. 39.

²³ M. Ruffo, *L'Italia nella Triplice Alleanza*, Roma 1988, p. 99.

²⁴ Ivi, pp. 100-101; si veda anche: L. Girotto, *1866-1918. Soldati e fortezze tra Asiago ed il Grappa*, Novale-Valdagno (VI) 2002, p. 121.

²⁵ A. Saccoman, *Il generale Paolo Spingardi Ministro della Guerra 1909-1914*, Roma 1995, p. 18. Si veda inoltre: Ministero della Guerra. Comando del Corpo di Stato maggiore. Ufficio storico, *L'esercito italiano nella grande guerra (1915-1918)*, vol. I, *Le forze belligeranti (Narrazione)*, Roma 1927, p. 27; A. Tosti, *Storia dell'esercito italiano*, Milano 1942, pp. 141-142; F. Stefani, *La storia della dottrina e degli ordinamenti dell'esercito italiano*, vol. I, Roma 1984, p. 543.

In questa sua opera, il Capo di Stato Maggiore, Alberto Pollio, trova nel Ministro della guerra Paolo Spingardi, nominato nel febbraio 1909, un prezioso alleato che, non solo ha sostenuto in Parlamento l'indispensabilità di nuovi stanziamenti, ma ha agevolato notevolmente l'accelerazione dei lavori emanando, con una circolare del 7 luglio 1909²⁶, apposite direttive nelle quali si sottolineava la necessità di «[...] intensificare i lavori e le provviste sino al limite massimo permesso dal tempo tecnico. In tale intento [...] occorre preparare le cose in maniera che alla riapertura della stagione lavorativa [...] i lavori possano essere iniziati senza ritardo, per profittare di tutto il tempo utile [...] Era inoltre assolutamente necessario [...] coordinare i lavori del Genio [...] con le provviste delle relative installazioni, per modo che le opere possano essere armate non appena ultimati per ciascuna di esse i lavori in muratura. Procedere quindi senza indugio a tutti gli altri preparativi (munizionamento, tiro preparato, ecc.) necessari per mettere le opere in grado di funzionare al più presto²⁷».

Inoltre, nella stessa circolare, sia per velocizzare i lavori, sia per economizzare al massimo sulle realizzazioni, Spingardi esorta il Genio a dare, nei lavori relativi a ciascuna opera «[...] l'assoluta precedenza alle parti vitali ed essenziali [...] cioè a quelle parti che una volta ultimate permettono all'opera di funzionare, sia pure non perfettamente, mentre si procede al finimento degli accessori. Nei riguardi delle maggiori economie, sia di danaro che di tempo, si eviteranno tutti i lavori che possano dirsi di lusso, in quanto poco o nulla contribuiscono alla consistenza dell'opera, ma più specialmente servono ad abbellirla [...]»²⁸.

Ciò è evidente nelle realizzazioni sobrie e essenziali, ed ecco spiegato le affinità di finitura, pur nella somiglianza dell'insieme architettonico, tra molte opere: Forte Verena/Forte Campolongo; imponente opera di Cima Campo (1906) e forte Lissar (1911-1914), ecc.

Pollio, però, muore improvvisamente il 1 luglio 1914.

Sostituito dal generale Luigi Cadorna (Pallanza, 1850-Bordighera 1928) che sarebbe rimasto in carica ininterrottamente fino al drammatico autunno del 1917, e nonostante il rinnovato impegno e i nuovi stanziamenti governativi, nell'estate del 1914 la sistemazione difensiva risulta ancora molto arretrata rispetto ai piani del 1908: 12 delle 44 opere in cantiere sono ancora ben lontane dall'essere completate o, addirittura, in corso di armamento²⁹.

²⁶ 1909, luglio 7. Roma. Ministro della Guerra. *Alla Direzione affari generali, alla Direzione generale d'artiglieria e genio, alla Direzione generale dei servizi logistici e amministrativi, al Comando del Corpo di Stato Maggiore*. Circolare riservata n. 6949. AUSSME, Fondo F4, Ordinamento e mobilitazione (OM), R. 74.

²⁷ A. Saccoman, *Il generale Paolo Spingardi Ministro della Guerra 1909-1914*, Roma 1995, pp. 41-42

²⁸ Ivi, p. 42.

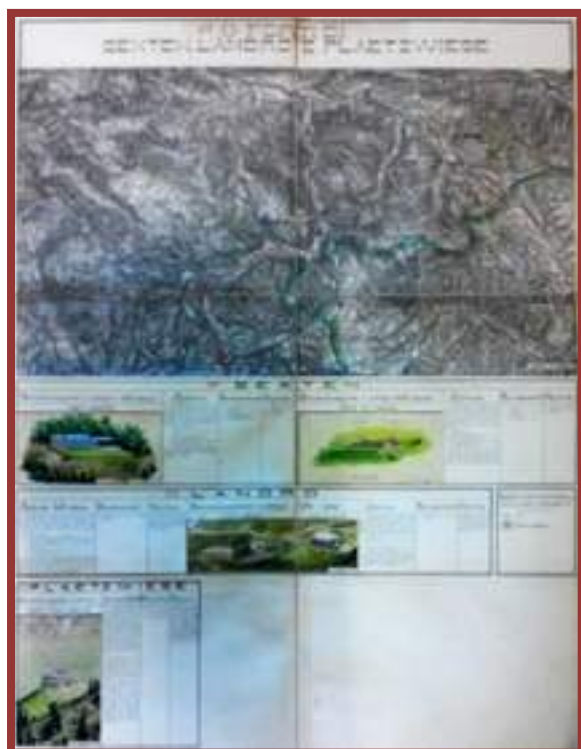
²⁹ L. Giroto, *1866-1918. Soldati e fortezze tra Asiago ed il Grappa*, Novale-Valdagno (VI) 2002, p. 123.

Sul finire dello stesso anno, tuttavia, solo tre opere risultano ancora incomplete; di esse, una viene collaudata nell'agosto del 1915, una seconda – Forte Campolongo – rimase incompleta, parzialmente scoperta e priva di cupole corazzate, mentre la terza, l'opera sul monte Toraro, è rimasta solo un progetto³⁰.

³⁰ Ministero della Guerra. Comando del Corpo di Stato maggiore. Ufficio storico, *L'esercito italiano nella grande guerra (1915-1918)*, vol. I, *Le forze belligeranti (Narrazione)*, Roma 1927, p. 149.

4.2. Ricognizioni topografico-militari dell'arco alpino negli anni della Grande Guerra.

I disegni colorati a tempera del sistema di fortificazione austro-ungarico rilevato dagli ufficiali italiani impegnati nelle ricognizioni lungo l'Arco alpino orientale³¹, conservati, presso l'Archivio dell'Ufficio Storico dello Stato Maggiore dell'Esercito di Roma, ha permesso di indagare e di approfondire, attraverso l'uso delle fonti d'archivio e della cartografia storica, l'intensa attività di ricognizione topografico-militare delle zone di confine, con particolare riguardo alle opere fortificate e ai manufatti austro-ungarici posti lungo le vie di comunicazione; un'attività che si è rivelata propedeutica alle



relazioni del Corpo di Stato Maggiore, dei piani operativi per la Difesa dello Stato messi a disposizione della Commissione Permanente³² e del Comitato di Stato Maggiore Generale³³ nel primo cinquantennio dell'Unità d'Italia.

Da parte italiana, a partire dagli anni Ottanta del secolo XIX, il Corpo di Stato Maggiore dell'Esercito si è dedicato attivamente alle ricognizioni e agli studi topografici dei territori di confine con la Francia e l'Austria-Ungheria, uniche nazioni in grado di minacciare l'Italia da poco unificata.

La geografia e la conformazione del terreno, con la relativa acquisizione e restituzione del paesaggio attraverso le ricognizioni d'oltre frontiera, del sistema

di viabilità e delle difese permanenti prospicienti la linea di confine e dei territori più interni della monarchia degli Asburgo, hanno sempre avuto larga influenza sulle operazioni militari, fino a condizionare la manovra dei reparti soprattutto nelle zone di montagna, caratteristiche della frontiera italiana. Al riguardo, il tenente colonnello Giovanni Riva Palazzi (1838-1913), scrive: «Lo studio del terreno in rapporto all'arte della guerra riflette essenzialmente la sua praticabilità, perché essa si può considerare come la sintesi delle condizioni che si richiedono per lo sviluppo delle varie fasi di

³¹ F. Cappellano, *L'Imperial regio Esercito austro-ungarico sul fronte italiano 1915-1918. Dai documenti del servizio informazioni dell'Esercito Italiano*, Rovereto 2002.

³² Cenni sui lavori della Commissione Permanente per la Difesa dello Stato del Paese dall'epoca della sua istituzione (gennaio 1862) fino all'irrompere della guerra del 1866. AUSSME, fondo G25, b. 27, fasc. 1.

³³ Verbalì delle sedute del Comitato di Stato Maggiore Generale riunite in commissione per lo studio della Difesa dello Stato, 1880, AUSSME, fondo F4, b. 70, fasc. 1: «teatro di guerra Nord-Est».

un'operazione di guerra»³⁴. Gli studi topografici, realizzati da ufficiali del Corpo di Stato maggiore a seguito di lunghe e minuziose ricognizioni sui territori di frontiera, riuniti in seguito in opere monografiche, si sono delle volte risolti anche in vere e proprie missioni di spionaggio, con rischi per il personale impegnato; si tratta di attività indispensabile per avere a disposizione un quadro sempre aggiornato della viabilità e delle difese permanenti prospicienti la linea di confine, con particolare riguardo alle opere fortificate ed ai manufatti che si trovavano lungo le vie di comunicazione (ponti e gallerie)³⁵, dei territori più interni della Duplice Monarchia³⁶ e delle zone balcaniche, nell'eventualità di sbarchi navali sulle coste dalmate o di operazioni in Bosnia e Croazia.

Tra gli ufficiali impegnati in queste ricognizioni si è distinto, per la sua vasta opera e competenza nell'analisi del terreno e della cartografia, il maggiore Giuseppe Domenico Perrucchetti (Cassano d'Adda, 1839 – Cuornè, 1916) a cui si devono negli anni 1867-1870, tra quattro importanti studi topografico-militari dell'arco alpino alle frontiere con la Svizzera e l'Austria³⁷.

Ufficiali quali Perrucchetti e Giovanni Sironi (Gallarate, 1816 – Milano, 1901), oltre a svolgere importanti lavori indagine topografica dei territori di confine, si sono occupati anche di tracciare alcune ipotesi operative, comparando il valore delle varie vie di facilitazione alpine utilizzabili, sia in chiave offensiva che difensiva.

Tali studi, tra i più completi della letteratura militare italiana, hanno poi esercitato una notevole influenza sulla successiva pianificazione operativa³⁸.

Il paesaggio fortificato descritto nelle *Monografie*, poi *Guide militari*

Significativo e costante è stato l'impegno profuso nella redazione dell'opera *Monografie*, successivamente estesa anche ad altre parti del territorio della Penisola (quali le zone appenniniche, le

³⁴ G. Riva Palazzi, *Sguardo all' orografia e ai caratteri topografico-militari dell'Italia centrale*, in «Rivista Militare», Roma 1883, p. 17.

³⁵ V. De Lutti, *La questione austro-Balcanica e l'Italia*, Roma 1897, pp. 98-99.

³⁶ F. Cappellano, *Piani di guerra dello Stato maggiore italiano contro l'Austria-Ungheria (1861-1915)*, Vicenza 2014, p. 29.

³⁷ *Ricognizione topografico-militare della parte della Valle dell'Adige compresa fra Bolzano e Lavis* (1867), *Ricognizione topografico-militare della parte della Valle dell'Eisack compresa fra Bolzano ed il forte di Franzensveste* (1867), *Ricognizione topografiche-militare della Valle dell'Alto Eisack da Gries fino a Bressanone* (1867), oltre alla raccolta dei *Rapporti di ricognizione del periodo 1871-1874* comprendenti, tra l'altro, le memorie relative a: *Alpi Carniche e Retiche. Il Pusterthal, Il Drauthal da Oberdrauburg a Villach; Il Gaithal; Alpi Carniche. Il Passo di Monte Croce di Timau; Il Passo di Montecroce di Comelico; La via di Alemagna; La linea dell'Anzei da Tre Ponti (Piave) a Schludersbach (Rienz); Linea del Cismone da Feltre ad Egna (Neumarkt); Linea del Tonale, delle Giudicarie e Lago di Garda*.

³⁸ Sulle principali opere di geografia militare degli ufficiali insegnanti (di tale materia) presso gli istituti di formazione, quali Giuseppe Perrucchetti, Giovanni Sironi, Filippo Lodi, Carlo Porro, Ettore Pedotti, Giovanni Goiran, ecc. si veda: F. Botti, *Il pensiero militare e navale italiano dalla rivoluzione francese alla prima guerra mondiale (1789-1915)*, vol. III, tomo I, *Dalla guerra franco-prussiana alla prima guerra mondiale (1870-1915)*, Roma, 2006, pp. 750-759; G. Sironi, *Saggio di geografia strategica*, Torino 1873; G. Perrucchetti, *La difesa dello Stato*, Torino 1884.

insulari e ad alcuni corsi d'acqua); opera che è stata costantemente aggiornata sulla base del progredire dei lavori stradali e di edificazione di fortificazioni, sia nel versante italiano che in quello austro-ungarico³⁹.

Ogni volume è suddiviso in due parti: nella prima – ulteriormente corredata da cenni statistici riguardanti popolazione, centri abitati, agricoltura ecc. – si riportano le notizie geologiche del terreno, gli aspetti climatici, le coltivazioni, sino all'analisi dell'orografia e dell'idrografia, delle vie di comunicazione, stradali e ferroviarie, sentieri e mulattiere, e della rete telegrafica. Nella seconda parte vengono studiate, più nel dettaglio, sia dal punto di vista tattico – posizioni dominanti e vie di accesso, fortificazioni, linee d'azione per la loro difesa o conquista – sia logistico – portata e condizioni degli itinerari, luoghi idonei all'accampamento e distanze chilometriche da una località all'altra – le principali linee d'operazione insistenti nei solchi vallivi.



Figura 6.

«[...] I principali elementi da rappresentarsi nel paesaggio militare sono in genere i seguenti, in ordine d'importanza, la quale può tuttavia variare, con le circostanze, in ogni singolo caso «1. profilo di montagne e colline; 2. linea d'orizzonte; 3. corsi d'acqua, linea di base delle colline; 4. impluvi delle montagne e colline; 5. primo piano; 6. forme e media distanza; 7. opere artificiali, strade, case, fortificazioni, ferrovie ecc.; 8. boschi, prati, paludi, terre coltivate, ecc.; 9. altri particolari di minore importanza; 10. note esplicative⁴⁰».

³⁹ F. Cappellano, *Piani di Guerra dello Stato Maggiore Italiano contro l'Austria-Ungheria (1861-1915)*, Novale-Valdagno (VI) 2014, p. 34.

⁴⁰ Ancora sugli schizzi panoramici militari, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, Roma 1904, pp. 85-86.

La zona di territorio oggetto dello studio monografico, è stata analizzata sotto il duplice aspetto difensivo e offensivo, individuando le successive linee da attivarsi da parte delle truppe italiane a sbarramento delle direttrici d'attacco nemiche e quelle che presumibilmente si sarebbero opposte alle imprese italiane dirette contro il territorio della monarchia austro-ungarica⁴¹.

Nel novembre 1900, con l'ordine di servizio n. 6 *Riordino delle monografie del terreno*, il Capo di Stato Maggiore dell'Esercito Tancredi Saletta, prendendo atto che «le nostre monografie sono di difficile e penoso consulto e non hanno né il carattere di libri di concetto utili per studi tecnici, né quello di guide pratiche di aiuto rapido ed efficace per operare sul terreno», richiede la realizzazione di una nuova serie di fascicoli; la prima costituita da monografie geografico-strategiche e la seconda da guide militari⁴². Queste ultime vanno inoltre a completare ed illustrare la carta topografica di manovra al 100.000 con tutti quegli elementi, soprattutto logistici, utili all'utilizzazione del terreno durante le operazioni; inoltre vengono redatte in modo da non contenere apprezzamenti militari, riservati alle monografie geografico-strategiche, ancora in corso di compilazione nella primavera 1915⁴³.



Figura 7.

Nel 1903 viene creato, alle dirette dipendenze dell'Ufficio del Capo di Stato Maggiore, l'Ufficio Difesa dello Stato, competente insieme al Reparto Operazioni della pianificazione di guerra⁴⁴. In base al regolamento *Istruzione per il funzionamento interno del Comando del Corpo di Stato Maggiore* del

⁴¹ G. Sironi, *Saggio di geografia strategica*, Torino 1873.

⁴² F. Cappellano, *Piani di Guerra dello Stato Maggiore Italiano contro l'Austria-Ungheria (1861-1915)*, Novale-Valdagno (VI) 2014, p. 35.

⁴³ *Libretto di consegna di documenti riservatissimi e riservati in vigore in carico all'Ufficio Scacchiere Orientale, aggiornato all'aprile 1915*. AUSSME, fondo G-22, b. 43, fasc. 1.

⁴⁴ Tale organizzazione del Comando del Corpo di Stato Maggiore inerente alla pianificazione operativa rimase inalterata fino al 1914.

giugno 1907, agli Scacchieri competeva: «Lo studio del territorio nazionale e di tutto quanto riguarda la potenza militare dei vari stati esteri, ciascuno per la parte che gli è assegnata [...] Compiti di questi uffici sono: la raccolta di dati sul terreno nazionale e la compilazione di monografie nazionali e di guide militari; lo studio delle questioni di viabilità e di confine; lo studio di operazioni militari; lo studio di questioni di difesa in concorso e d'accordo con l'Ufficio Difesa dello Stato»⁴⁵.

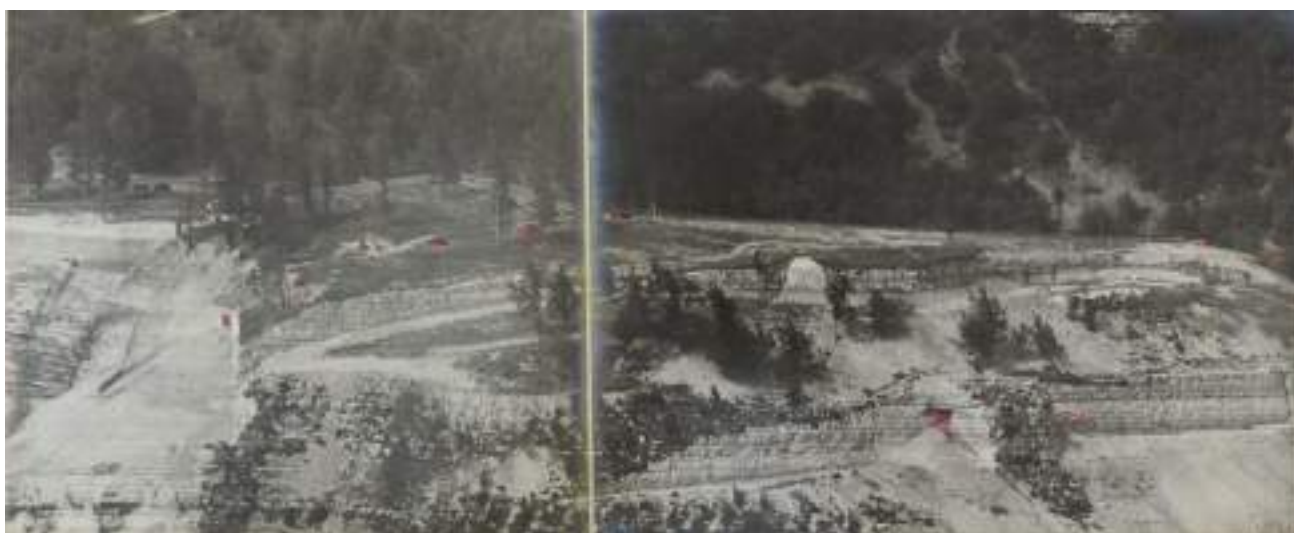


Figura 8.

Sotto la direzione del generale Carlo Porro (Milano, 1854 – Roma 1939), Capo Ufficio Monografie e Guide Militari del Terreno del Comando del Corpo di Stato Maggiore, istituito nel novembre 1913, vengono mandate in stampa le prime guide militari, tutte relative al confine con l'Austria-Ungheria⁴⁶. A partire dai primi anni del XX secolo, alle monografie del terreno, dunque, si aggiungono le raccolte di panorami fotografici relativi alle zone di confine realizzati dal Battaglione specialisti del genio nel corso di annuali campagne telefotografiche⁴⁷.

La ricognizione fotografica, infatti, risulta vantaggiosa perché in grado di fornire un documento oggettivo da studiare con tutta calma mediante le più minuziose indagini analitiche, per poi essere confrontato in ogni momento con quanto ripreso in altre fotografie, documenti trafugati al nemico, deposizioni di prigionieri e tutto quello che, insomma, può definirsi fonte di informazione.

La fotografia militare inizia ad assumere, quindi, carattere di documento esatto e analitico e, oltre alla necessaria precisione, chiarezza e facilità di diffusione, consente confronti con le altre fotografie,

⁴⁵ F. Cappellano, *Piani di Guerra dello Stato Maggiore Italiano contro l'Austria-Ungheria (1861-1915)*, Novale-Valdagno (VI) 2014, p. 49.

⁴⁶ Ivi, p. 35.

⁴⁷ Foglio n. 406 in data 7 agosto 1911, *Dotazioni di panorami fotografici (Frontiera Nord Est)*, Comando del Corpo di Stato Maggiore - Reparto Operazioni - Ufficio Scacchiere Orientale, AUSSME, fondo G-22, b. 9, fasc. 1.

precedenti e successive; in questo modo, notando gli eventuali cambiamenti, correttamente interpretati, è stato possibile studiare le intenzioni dell'avversario e rettificare le carte topografiche per la precisione dei tiri.

A partire dal 1882, l'allora Istituto Topografico Militare (oggi Istituto Geografico Militare), trovandosi davanti all'arduo compito di rilevare le Alpi con maggiore precisione che in passato, intravede il grande aiuto offerto dalla fotogrammetria per la formazione della nuova carta d'Italia, per dare così al Paese quell'unità cartografica in grado di rispecchiare l'unità territoriale faticosamente raggiunta⁴⁸.

Nel 1896, la Sezione fotografica da campo, presso la Brigata specialisti del Genio, inizia le annuali campagne fotografiche e telefotografiche sulla frontiera nord-est e nord-ovest, col doppio scopo di ottenere una serie di vedute panoramiche interessanti della zona di confine e di poter effettuare il rilievo delle opere di fortificazione austro-ungariche e francesi⁴⁹.

La telefotografia, così come poi la fotografia, si rivela un mezzo particolarmente efficace per rappresentare e descrivere gli altipiani; la fotografia entra a far parte del corredo degli ufficiali incaricati delle ricognizioni topografico-militare, abilmente impiegato durante le campagne di rilevamento; strumento di rappresentazione e conoscenza rivelatosi un medium dalle notevoli potenzialità di rappresentazione e narrazione dei punti salienti della linea dei forti.

La restituzione fotografica, infatti, consente di individuare l'esatta posizione delle opere di fortificazione costruite o in corso di costruzione, il loro grado di armamento, la forma, la configurazione del terreno adiacente e via dicendo, al fine di determinare il settore d'attacco più vantaggioso e di selezionare i mezzi più efficaci per l'esecuzione di un possibile assedio.

L'attività fortificatoria austro-ungarica al confine italiano è sempre stata oggetto di particolari attenzioni da parte del Comando del Corpo di Stato Maggiore. Già le monografie dei territori di frontiera degli anni '70 sono ben fornite di descrizioni dettagliate delle opere erette dagli austro-ungarici, con tanto di cenni storici sulla loro evoluzione ed impiego in precedenti conflitti, modalità e direttrici principali per il loro assedio ed investimento, posizioni sulle quali schierare le artiglierie ed i parchi del genio. Successivamente, a corredo di questo materiale, vengono anche redatti appositi documenti sulle singole fortificazioni e gruppi di opere.

Per le fortificazioni di terra, inizialmente vengono realizzate alcune schede sintetiche di ogni opera, contenenti l'ubicazione sulla carta topografica, una brevissima descrizione, la tipologia

⁴⁸ La ricognizione aerea assunse sempre maggiore importanza; si pensi che alla fine del 1917 l'aviazione austriaca realizzava circa 4000 fotografie al giorno, così da aggiornare la vista dell'intero fronte occidentale ogni due settimane, mentre il numero delle fotocamere in dotazione alla Regia Aeronautica italiana dalle 22 del 1915 era passato a 391 nel 1918. Cfr.: E. Torretta, A. Di Rita, *L'evoluzione della fotogrammetria da terrestre ad aerea*, in «La cartografia», n. 17, giugno 2008, pp. 21-29.

⁴⁹ *Il servizio fotografico nella Grande Guerra*, in *La Grande Guerra sul fronte italiano. Dalle immagini del Servizio fotografico militare*, Roma 2006

dell'armamento, il compito con le zone battute dalle artiglierie, uno schizzo a colori, con eventuale pianta prospettica.



Figura 9.

Nel maggio 1903 l'intera materia viene riordinata dallo Scacchiere Orientale⁵⁰ del Reparto Operazioni con la compilazione di una raccolta di *Memorie sulle fortificazioni austro-ungariche alla frontiera italiana, nell'Istria e nella Dalmazia*; opera costituita da venti fascicoli, segnati singolarmente con una lettera dell'alfabeto relativamente ad uno o più gruppi di opere.

Ogni memoria è corredata da una carta d'insieme al 75.000, panorami fotografici, disegni in bianco e nero delle vedute, levata topografica del terreno sul quale si erge l'opera fortificata e una descrizione particolareggiata della stessa, corredata da carte, piante, schizzi, fotografie e quant'altro avrebbe giovato a una migliore conoscenza degli elementi di difesa⁵¹, l'armamento principale e secondario, per la difesa vicina, la presenza di eventuali ostacoli o edifici circostanti⁵².

Suddette monografie, costantemente aggiornate sulla base delle notizie ottenute da informatori, disertori e dalle ricognizioni eseguite al confine, si sono poi rivelate utili per la compilazione da parte

⁵⁰ Ivi, p. 36.

⁵¹ Cenni sui lavori della Commissione Permanente per la Difesa dello Stato del Paese dall'epoca della sua istituzione (gennaio 1862) fino all'irrompere della guerra del 1866. AUSSME, fondo G25, b. 27, fasc. 1.

⁵² Le monografie, costantemente aggiornate sulla base delle notizie ottenute da informatori, disertori e dalle ricognizioni eseguite in zona da ufficiali dell'Esercito, dei Carabinieri Reali, della Regia Guardia di Finanza e della Pubblica Sicurezza, sono servite alla compilazione, da parte dei corpi d'armata III, V e VI, delle memorie previste dall'Istruzione per lo studio dei piani d'attacco delle fortificazioni oltre frontiera. L'ultima edizione del regolamento, a cura dell'Ufficio Difesa dello Stato, è del 1911; le precedenti risalgono al 1895 ed al 1900.

Nel 1914 l'interesse informativo verso le difese austro-ungariche di confine viene indirizzato anche sui lavori di fortificazione semipermanente ed occasionale. Il comando del V corpo d'armata di Verona pubblica così, nel maggio del 1915, un voluminoso tomo di circa 150 pagine: *Apprestamenti militari austriaci alla frontiera italiana dal Garda al passo di Monte Croce di Comelico*, che descrive sia le opere permanenti che quelle di fortificazione campale e le difese accessorie. Cfr. F. Cappellano, *Piani di guerra dello Stato Maggiore italiano contro l'Austria-Ungheria 1861-1915*, Valdarno, 2014.

dei corpi d'armata III, V e VI delle memorie previste *dall'Istruzione per lo studio dei piani d'attacco delle fortificazioni oltre frontiera*⁵³.

Le memorie, oggetto d'approvazione del Capo di Stato Maggiore dell'Esercito, contengono anche un cenno monografico del terreno sul quale si erge l'opera fortificata ed una descrizione particolareggiata della stessa; a tutto questo si aggiungono piante, schizzi, fotografie e quanto altro possa giovare alla migliore conoscenza degli elementi di difesa⁵⁴.

Gli ufficiali del Comando del Corpo di Stato Maggiore o delle grandi unità schierate fin dal tempo di pace nelle zone di frontiera, nell'ambito di attività di studio connesse ad esercitazioni (Grandi manovre, Viaggi di Stato maggiore, Esercitazioni coi quadri, ecc.) o alla pianificazione operativa, vengono incaricati di svolgere memorie tattiche e logistiche relative ad operazioni offensive o difensive lungo i terreni di confine.

La documentazione prodotta in tale attività concettuale, precipua degli ufficiali di stato maggiore, è di norma conservata negli archivi di mobilitazione, da sfruttare come spunto per la compilazione di ordini di operazione nell'evenienza del "caso". Studi, spesso datati ed ormai sorpassati a causa dell'evoluzione degli armamenti e dei mezzi logistici o della costruzione di nuove vie di comunicazione, si sono ad ogni modo rivelati utili nella stesura di memorie operative.

⁵³ L'ultima edizione del regolamento, a cura dell'Ufficio Difesa dello Stato, era del 1911; le precedenti risalivano al 1895 ed al 1900. Nel 1914 l'interesse informativo verso le difese austro-ungariche di confine fu indirizzato anche sui lavori di fortificazione semipermanente ed occasionale. Il comando del V corpo d'armata di Verona pubblicava così, nel maggio 1915, un voluminoso tomo di circa 150 pagine sugli *Apprestamenti militari austriaci alla frontiera italiana dal Garda al passo di Monte Croce di Comelico*, che descriveva sia le opere permanenti che quelle di fortificazione campale e le difese accessorie

⁵⁴ Fino al 1907 erano stati compilati i progetti di attacco alle fortificazioni austriache di Malborghetto, Seebach, Chiusa di Flitsch, Trento e Levico. È del 1912 la *Memoria per l'attacco dei punti fortificati oltre frontiera in Val Cordevole e Valle Abbadia*, del comando IX corpo d'armata. Tra il 1914 e l'inizio del 1915, l'Istituto Geografico Militare di Firenze venne incaricato dall'Ufficio Difesa dello Stato del Comando del Corpo di Stato Maggiore di allestire i documenti cartografici per il tiro preparato con artiglierie d'assedio di tutti i principali sbarramenti e forti austro-ungarici. In un promemoria del febbraio 1914 lo Scacchiere Orientale si lamentava che le informazioni "che si riferiscono all'effettivo armamento delle opere austriache vengono sempre date come probabili o verosimili, ciò per mancanza di sicure notizie", AUSSME, fondo G-22, busta 38. Al pari dei piani di attacco ai forti nemici, esistevano apposite direttive per la difesa delle singole fortezze, approvate, di norma, dai comandanti designati d'armata o di corpo d'armata.

4.3. Il sistema di fortificazione austro-ungarico nelle ricognizioni dello Scacchiere Orientale



Figura 10.

È dalla relativa facilità con la quale, nella primavera del 1848, le colonne dei Corpi franchi lombardi riuscirono a penetrare nel Trentino Occidentale, durante la Prima guerra d'indipendenza, che si ripropone la questione del presidio delle vallate verso la Pianura Padana.

All'epoca, in tutto il territorio trentino, se si esclude lo sbarramento settecentesco che si sviluppa presso Ala in Vallagarina⁵⁵, non esisteva alcuna opera di difesa adatta a contrastare l'avanzata nemica. Con la perdita, poi, della Lombardia (1859), l'Impero Austriaco deve correre immediatamente ai ripari provvedendo a sbarrare le principali valli occidentali in prossimità del nuovo confine italo-austriaco. Le prime opere, ufficialmente chiamate sbarramenti vallivi o Talsperre, oltre alla chiusura materiale della via mediante un forte laterale e una coppia di robusti portoni, sono coadiuvate, per il controllo dei fianchi e le possibilità di aggiramento del nemico, da una serie di costruzioni d'appoggio staccate e generalmente in posizione più elevata.

Promotore del piano il Maggiore Generale Huyn che, con una squadra di valenti topografi e geologi, ha condotto una serie di dettagliatissime ricognizioni sul posto e le cui conclusioni sono riportate in

⁵⁵ A questa mancanza le truppe asburgiche tentano di rimediare con la costruzione di opere provvisorie.

un ricco e voluminoso Denkschrift datato Bolzano, 31 agosto 1859⁵⁶. Questo memoriale individua con precisione undici porte di accesso principali da fortificare che, partendo da nord, sono: Tubre, Trafoi, Ossana, Tonale e Strino, Mostizzolo, Rocchetta, Bus de Vela, Loppio, alto Garda, Lardaro e Ampola. I lavori, avviati a partire dalla primavera del 1860, coprono un ampio arco di tempo, che va dalle prime realizzazioni dei forti di Fortezza e Nauders, sino a intensificarsi dal 1898, in risposta al trasferimento delle truppe italiane in Veneto⁵⁷.

Infatti, a seguito della pesante sconfitta subita dall'esercito Prussiano a Sadowa, per cui l'impero austroungarico è costretta a cedere all'Italia, il Veneto e le provincia di Mantova, si inizia ad avvertire la stringente necessità di apprestare un efficiente sistema difensivo alle proprie frontiere Sud-occidentali, in particolare nel Tirolo meridionale. Giacché, in quest'area la nuova linea di confine, se da una parte offre ampi vantaggi sul piano offensivo, in quanto incombe sulla linea di operazioni dell'esercito italiano verso l'Isonzo, dall'altra presenta un ampio fronte aperto a un eventuale attacco nemico, essendo le valli centro - orientali della regione del tutto prive di difese⁵⁸.

Dal 1866 l'importanza strategica di Riva del Garda acquisisce un valore determinante per la difesa del cosiddetto Saliente Trentino, essendosi trovata, di fatto, come punta avanzata protesa verso il territorio nemico, con la conseguente necessità di fortificarla a tal punto da renderla inattaccabile. Nel contempo (1882), la monarchia austro-ungarica decide di stabilizzare i confini meridionali dell'Impero, abitati da minoranze etniche e linguistiche che richiedono maggiore autonomia, sottoscrivendo un patto di non aggressione con l'Italia. È un passo assai importante, che assicura trent'anni di pace. Tuttavia, il completamento del processo di unificazione del Regno d'Italia e le questioni territoriali irrisolte del Welschtirol, della Dalmazia e dell'Istria pesano sui rispettivi governi, mantenendo viva una diffidenza reciproca che ha poi, come conseguenza, la corsa alla militarizzazione dei confini.

La conoscenza della geografia, della geologia e della morfologia del territorio è stata fondamentale per la progettazione del sistema difensivo. Proprio tale conoscenza, in virtù della stretta relazione che lega il sistema tattico alla morfologia dei luoghi, ha consentito ai progettisti del genio militare asburgico di valutare le scelte migliori dal punto di vista delle strategie difensive e offensive, di stimare i costi di realizzazione delle opere connessi alla possibilità di reperire in loco i materiali da costruzione e di produrre una notevole quantità di disegni e progetti di fortificazioni⁵⁹.

⁵⁶ D. Riccadonna, M. Zattera, *Sentieri di confine. Segni da ritrovare della Prima guerra mondiale nell'Alto Garda e Ledro. Colpire a distanza dalla preistoria alla Terza guerra mondiale*, Riva del Garda, 2015, p. 18.

⁵⁷ Gli austro-ungarici rafforzano in chiave offensiva, inoltre, la rete ferroviaria, specie nel territorio trentino-tirolese, ciò per favorire l'afflusso delle truppe in caso di un attacco contro il Veneto. Interventi che proseguono incessantemente fino all'inizio delle ostilità, nel maggio del 1915, anno in cui il forte Pozzacchio non è stato ancora ultimato.

⁵⁸ N. Fontana, *Progetti, cantieri e realizzazioni (1860-1914)*, in *Le montagne dei forti. Paesaggi alpini e architetture militari nell'alta Valle del Chiese 1859-2014*, V. Carrara, M. Favero (a cura di), Trento, 2015, p. 91.

⁵⁹ V. Carrara, M. Favero (a cura di), *Le montagne dei forti. Paesaggi alpini e architetture militari nell'alta Valle del Chiese 1859-2014*, Trento 2015.

La linea del Garda: il gruppo fortificato di Riva



Figura 11.

Quanto siano state importanti le acque del Lago di Garda lo capiscono da subito i veneziani, i quali, per affrontare i Visconti, nel 1439 allestiscono una flotta in grado di risalire la corrente del fiume Adige dall'Adriatico fino in Vallagarina, e di qui, passando per il Lago di Loppio, arrivare al porto di Torbole, veleggiando verso i territori lombardi.

Il più grande lago d'Italia, dunque, può diventare un campo di battaglia e deve essere difeso con grande attenzione, tanto che i comandi italiani, all'epoca, si sono preoccupati di sbarrare lo specchio d'acqua davanti a Malcesine, fortificando l'isola di Trimelone.

Anche la breve valle che collega il lago di Garda con quello di Idro è ben presente nella mente degli strateghi dell'Impero austro-ungarico.

A partire dal 1859, a seguito della cessione della Lombardia al Regno di Sardegna, il confine di Stato attraversa l'abitato di ponte Caffaro, sulla sponda settentrionale del lago e, per questo, l'esercito asburgico si è ben presto preoccupato di progettare, tra 1860 e 1910, i forti Revegger, Danzolino, Corno

e Cariola: quattro manufatti integrati con forte Larino, a sbarrare la strada di accesso alle valli del Chiese, delle Giudicarie e Rendena.

Questi forti, appartenenti alla prima generazione, sono opere di straordinaria architettura, perfezione geometrica e costruttiva.

Fra 1860 e 1862, il paesaggio di questo punto della valle subisce profonde mutazioni. I cantieri veri e propri sono stati preceduti da difficili e non indolori operazioni di esproprio dei terreni e da ingenti opere di preparazione delle infrastrutture necessarie alla costruzione. Seguono le operazioni di disboscamento, di scavo e modellazione del terreno, di deviazione dei corsi d'acqua piegati al disegno difensivo, la costruzione di acquedotti per l'approvvigionamento idrico e nuove strade per i collegamenti con le fortezze.

Dal canto suo il Ministero della Guerra del Regno, con la costruzione dei forti Valledrame e Cima mostra da subito pari consapevolezza, identificando nella Val Sabbia una facile porta di accesso alla Pianura Padana. La Rocca d'Anfo, con la sua complessa stratificazione di stili architettonici, era l'eloquente testimonianza dell'importanza strategica di quest'area⁶⁰.

Nell'ambito della complessa opera di fortificazione del Welschtirol, l'impero austro-ungarico ha impegnato notevoli risorse per mettere in sicurezza la città di Riva del Garda, con l'obiettivo di scongiurare l'eventualità di uno sbarco delle truppe italiane. Tra battute d'arresto e accelerazioni, dettate soprattutto dagli equilibri finanziari del bilancio statale, nasce, nel corso di mezzo secolo, la piazzaforte di Riva del Garda.

La realizzazione del primo manufatto coincide proprio con la proclamazione del Regno d'Italia, un avvenimento che di per sé ha modificato gli equilibri geopolitici del continente.

La difesa del breve tratto di costa tra Riva del Garda e Torbole si basa sulle opere costruite sul Monte Brione le quali, in qualche modo, riassumono l'evoluzione delle soluzioni ingegneristiche dei forti austro-ungarici e i mutamenti del quadro geopolitico dopo il trattato di Villafranca.

Sia il forte Garda che il forte Tombio, edificati con grandi spessori di calcestruzzo per resistere alle artiglierie d'assedio, irrobustiti e resi elastici da putrelle in acciaio in modo che le strutture dell'edificio risultino più solide, appartengono ai cosiddetti forti di 4° generazione⁶¹. Questi, nascono al fine di contenere truppe e artiglierie, e quindi la loro costruzione viene organizzata su molti vani collegati da gallerie (poterne), tra il forte e postazioni o osservatori avanzati a prova di bomba.

⁶⁰ M. Peghini, *Itinerari al fronte. Sui sentieri della Grande Guerra*, Belluno 2015.

⁶¹ Tale fase si colloca tra 1907 e 1914, periodo nel quale il Genio militare austriaco esegue una formidabile serie di nuove opere e di lavori di adeguamento ad alcune strutture divenute nel frattempo obsolete. Alcuni esempi sono i sette forti di Folgaria e Lavarone, la Tagliata del Tonale, il complesso del Monte Tombio e il forte Garda.

Le fortificazioni, dotate di pesanti cupole di acciaio (girevoli a 360° con possibilità di puntamento dei pezzi aiutato da modernissimi congegni mossi elettricamente.), ospitano generalmente obici da 10 cm in grado di colpire bersagli nel raggio di 8,5 chilometri.

Forte Garda sul Monte Brione ha affidato la sua difesa anche alla morfologia della montagna, visto che gran parte della costruzione è scavata nella roccia, offrendo alla direzione del tiro nemico la minor superficie possibile. Riassumendo, le opere fortificate nel settore di Riva del Garda comprendono la Tagliata del Tonale, Forte Bellavista, la batteria sulla spiaggia, il Forte San Nicolò, Forte Garda, la Batteria di mezzo, Forte Sant'Alessandro, due batterie mortai sul Brione, forte Tombio e i due Forti di Nago. Da parte italiana lungo il confine non viene contrapposta alcuna opera permanente di carattere fortificatorio, essendo il fronte piuttosto avanzato rispetto alle posizioni di partenza e ritenendosi sufficiente, per far pressione contro la linea austriaca, il dominio diretto del Monte Baldo ed il sostegno di due grossi cannoni da Marina installati a Malcesine e a Limone.

Nel periodo della neutralità italiana l'Austro-Ungheria si premura di completare le difese con la costruzione di una linea trincerata continua, la linea di resistenza tirolese, nonché munire Trento di un solido campo trincerato.



Denominazione e schizzo	Natura dell'opera	Armamento
<p>BATTERIA DELLA SPIAGGIA</p>  	<p>Costruzione già nel 1850.</p> <p>Costruzione della batteria sulla spiaggia, a difesa della costa, con l'obiettivo di impedire l'approdo di navi e l'uscita di imbarcazioni.</p> <p>La batteria è costituita da due cupole di acciaio, girevoli a 360°, con possibilità di puntamento dei pezzi aiutato da congegni mossi elettricamente.</p> <p>Il cannone da 10 cm è in grado di colpire bersagli nel raggio di 8,5 chilometri.</p> <p>La batteria è dotata di una linea trincerata continua, la linea di resistenza tirolese, e di un solido campo trincerato.</p>	<p>Il cannone da 10 cm è in grado di colpire bersagli nel raggio di 8,5 chilometri.</p> <p>La batteria è dotata di una linea trincerata continua, la linea di resistenza tirolese, e di un solido campo trincerato.</p>

Figura 12.



Figura 13.



Figura 14.



Figura 15.

Linea del Brennero (Sbarramento di *Franzensfeste*)

Sino a che l'Austria ha avuto la sovranità sul Lombardo-Veneto e la sua linea di difesa, sulla direttrice della Val d'Adige, costituita dal famoso quadrilatero, Mantova, Peschiera, Verona e Legnano (con le fortificazioni che s'infittiscono proprio all'ingresso della Val d'Adige, fra Ceraino e Pastrengo), la sua è stata decisamente una posizione di retroguardia, cosa che muta radicalmente al momento in cui il Trentino, dopo il 1860, diventa il cuneo dell'Impero Austriaco verso l'Italia, e la provincia di Bolzano viene a trovarsi esposta alle possibili offese dagli attacchi italiani sui fianchi orientali e occidentali, confinanti in parte con il Veneto e la Lombardia.



Figura 16.

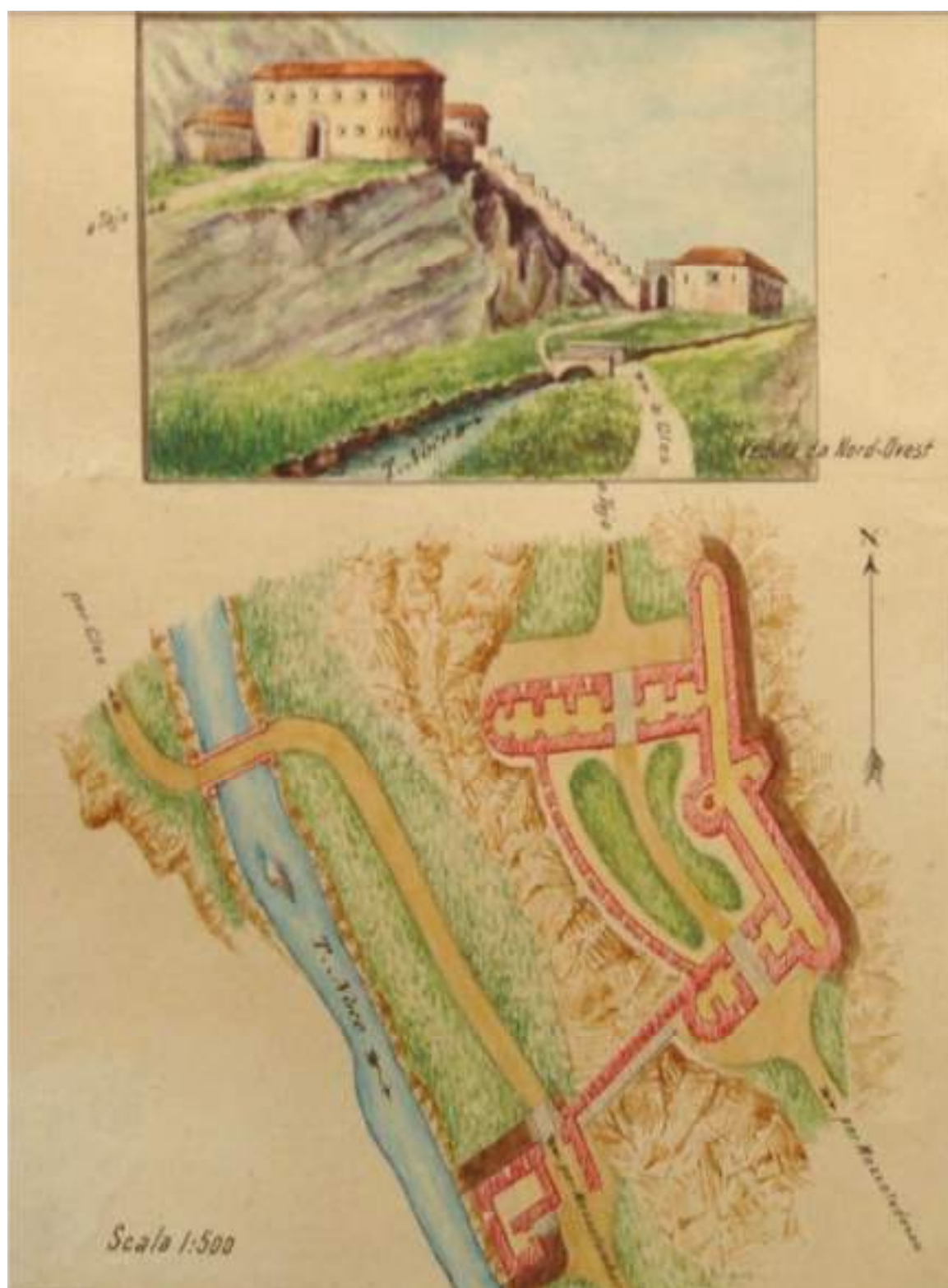


Figura 17.

E dunque, adesso che si iniziano a fortificare queste zone, non vi sono differenze tra i forti altoatesini e trentini, seppur realizzati in diversi momenti: blocco a forbice delle vallate di possibile penetrazione, posizione dominante sul terreno, facilità di rifornimento per uomini e materiali ottenuta attraverso strade esistenti o costruite allo scopo⁶².

Diversa è la posizione di Fortezza, la cui presenza è, ancora oggi, imponente. Fortezza, è la più antica fortificazione che l'Austria costruisce nella regione, un poderoso sbarramento, di una vera e propria cittadella fortificata, costruita in alta Val d'Isarco negli anni Trenta del XIX secolo.

L'importanza strategica del saliente trentino

Il saliente trentino, per la sua collocazione geografica, ha sempre svolto la funzione di territorio cuscinetto tra due mondi, quello italiano della Pianura Padana e quello germanico delle Alpi, soprattutto attraverso il lago di Garda.

La sua forma a cuneo, con la sua lunghezza di 140 chilometri dal Brennero ai Monti Lessini e i 120 chilometri massimi di larghezza, ha da sempre rappresentato un interessante caso da manuale nella strategia militare⁶³. Tale saliente, però, ha potuto esplicitare appieno la propria potenzialità offensiva qualora si possedesse la città di Verona, dato che è circondato da alte montagne e che la via maestra è la valle dell'Adige: una lezione di strategia militare è ricavata dagli scontri che si sono susseguiti per secoli, almeno dal 1400 fino all'inizio del XIX secolo.

Fronte occidentale

A partire dal 1860, per la difesa del confine occidentale del Tirolo (quella fascia scoperta, a contatto con l'Italia, nella parte più settentrionale del territorio che oggi appartiene alla provincia di Bolzano), sul fronte occidentale, dal passo dello Stelvio alla Val Monastero, vengono approntati quattro sbarramenti: lo sbarramento di Gomagoi posto sulla biforcazione tra la val di Solda e la valle di Trafoi a 9 km dal confine del passo dello Stelvio, lo sbarramento di Strino a 5 km dal passo del Tonale e il gruppo dei tre forti del cosiddetto sbarramento di Lardaro. Per ultimo viene aggiunto il forte d'Ampola, lungo la strada tra Storo e Riva del Garda.

⁶² G. M. Tabarelli, *I Forti Austriaci nel trentino e in Alto Adige*, Trento 1990.

⁶³ L'influsso dei salienti nelle manovre militari è stato studiato, già nella prima metà dell'Ottocento, da uno dei maggiori teorici dello svolgimento della guerra, il francese Antoine-Henri de Jomini, per il quale i salienti sono fatti per l'offensiva.

Linea dello Stelvio-Reschen

L'impervia situazione orografica della zona l'ha da sempre resa particolarmente vulnerabile. Ciò, porta, nella seconda metà dell'Ottocento, alla necessità di un rafforzamento continuo di questo tratto di confine, dalla Valle dello Stelvio a Val Monastero, affidandosi ad opere campali e spingendosi anche a quote molto elevate, superando in un caso persino i tremila metri di altitudine. Per l'esattezza Val Monastero confina, ora come all'epoca, con la Svizzera, ma poiché già più volte nel passato è stato un facile tramite di invasioni dall'Engadina o, attraverso l'Engadina, della Lombardia, i Comandi Austriaci hanno pensato bene di rafforzare anche questo tratto con un campo trincerato proprio a sbarramento del passaggio tra l'Austria e la Svizzera. Il campo, che sul fondo valle viene realizzato fitto e continuo, risale il fianco della montagna verso Sud (cioè verso l'Italia) con postazioni site nei punti più delicati, sino a raggiungere la vetta del Monte Ciavac dov'è piazzata una piccola *Blockhaus*, una casermetta fortificata, a quasi tremila metri, per poi, costeggiando il confine, discendere verso il Passo dello Stelvio, prima di raggiungere il quale è un continuo addensarsi di trincee, camminamenti e piazzole, chiamato *Goldsee* dal nome del lago della zona. Un terzo campo, sistemato più in basso, si trova nelle immediate vicinanze di Gomogoi, sempre a monte della strada per il passo.

Le difficoltà per superare il Passo dello Stelvio, il più alto d'Europa, sono tali che già la natura, a "truppe operative", pone moltissimi ostacoli a qualsiasi azione bellica. Quindi, quando l'intero fronte verso l'Italia viene sottoposto a meticolosa verifica, a partire, più o meno, dagli anni Novanta del XIX secolo, non viene ritenuto necessario, procedere a una fortificazione massiccia e capillare di opere permanenti da affiancare al forte di Gomagoi, ma bensì quella di limitarsi a un'estesa e approfondita successione di opere campali, rinnovate costantemente nell'efficienza, spinte anche a quote molto elevate.

Il Forte di Gomagoi

Compatto, con una possibilità d'intervento sulla strada solo verso il lato a monte (d'altronde, nell'ipotesi contraria, il forte non sarebbe servito a nulla), è munito di una doppia postazione sul lato a valle, così da coprire l'intera zona, sia nella direzione Nord, e cioè verso il passo, sia in quella Sud, e cioè verso la Val Venosta, per un arco di oltre 180°.

Il forte di Gomagoi, uno *Strassensperre* non potente ma essenziale, di struttura compatta, appartiene alla prima generazione di fortificazioni costruite dopo la Seconda guerra d'indipendenza, che già anticipano la dislocazione sul terreno di strutture "agili". Posto a monte del paese, ne sbarra

completamente la valle, qui molto ristretta, lasciando solo un angusto passaggio alla strada per il Passo dello Stelvio, che d'altronde controlla completamente.



Figura 18.

Alla fine delle ostilità il forte viene tagliato nella parte centrale, dove sarebbe passata la nuova strada verso il Passo dello Stelvio, e i segni del taglio sono stati malamente camuffati con due pareti di mattoni intonacati e dipinti di grigio⁶⁴. L'attuale corpo a sinistra, diversamente da quello a destra, ha l'immagine di una struttura fortificata: di pianta semicircolare, ha dieci fori cannonieri aperti sulla parte curva, disposti su due piani, cinque per piano, così da coprire l'intero arco di cerchio verso la valle, partendo dalla direzione verso il passo e arrivando all'uscita – a pochi centinaia di metri dalla Val Solda.

Nell'angolo Nord la pianta del corpo segna un dentello: il punto in cui il corpo di sinistra si restringe per unirsi a quello di destra. Quest'ultimo è invece arrotondato nella direzione del passo, lato dove sono situati i “fori fucilieri”. Solo due lunette per “mitraglie” bucano il resto delle facciate, che verso monte s'aprono nel portone d'ingresso. Su questo lato sorgono i piedritti di sostegno del portone che sbarra la strada, chiusa tra il forte e un poderoso muro di sostegno alla scarpata del declivio; nel corpo di sinistra, all'estremità verso la valle, il fabbricato è sormontato da una sovrastruttura che accoglie

⁶⁴ G. M. Tabarelli, *I Forti Austriaci nel trentino e in Alto Adige*, Trento 1990, p. 201

“mitraglia” e fucili per la difesa ravvicinata. Fino agli anni 2000 il forte è stato utilizzato come magazzino e deposito mezzi dell’ANAS, mentre dal 2012 sono iniziati i lavori di restauro.

Il fronte Nord-occidentale. La linea del Tonale

All’indomani della Seconda Guerra d’Indipendenza italiana, quando, a seguito dell’annessione della Lombardia a Casa Savoia, il Trentino occidentale diventa il confine meridionale dell’Impero austro-ungarico, viene percepita l’urgente necessità di fortificare il Passo del Tonale, che fin dai tempi antichi ha rappresentato un punto di importanza nodale nel passaggio fra montagne del Trentino e pianure lombarde.



Figura 19.

È in questi luoghi che hanno inizio le vicende della costruzione delle fortificazioni in alta Val di Sole, una storia racchiusa dal 1860 al periodo immediatamente precedente lo scoppio della Prima Guerra Mondiale. In questi cinquant’anni le concezioni dottrinarie tattico-strategiche della difesa territoriale subiscono una decisa evoluzione in senso offensivo, determinando nuovi criteri costruttivi riguardo alle fortificazioni. Parallelamente lo sviluppo della tecnica procede a ritmo vertiginoso, diventando spesso, grazie alla produzione di armamenti più potenti, lo strumento d’espressione delle aggressive politiche delle moderne nazioni industriali. Trasformazione che risalta con particolare evidenza in un ideale cammino temporale che, partendo dalla severa ma innocua mole del Forte Strino (1860-61) che domina da un’altura le vie di transito, giunge alla spaventosa capacità di fuoco del Forte Zaccarana⁶⁵.

⁶⁵ Terminato nel 1913, si mostra come una sinistra macchina da guerra affiorante dalle rocce, un’enorme corazza in calcestruzzo e cemento, armata con pezzi di artiglieria di ultima generazione e protetta da cupole girevoli in acciaio, a costituire una testa di ponte utile anche per eventuali attacchi allo Stato confinante.

Tra questi due estremi si denota un'attività fortificatoria in continuo crescendo che, alla vigilia della Prima Guerra Mondiale, diverrà febbrile: Forte Velon (1898-1900); Forte Barbadifiori a Peio (1906-08); Forte Pozzi Alti (1906-12); Forte Mero (1911-13). Collegate telefonicamente e telegraficamente, attraverso Fucine e la valletta di Cògolo (ovvero l'alta Valle del Noce), con la zona a ovest di Peio dove si trova il forte Barbadifior a controllo dell'antico sentiero, usato prima dell'apertura della strada del Passo del Tonale, della Forcella di Montozzo, tra le terre trentine e quelle lombarde.

Le relazioni tra geografia e territorialità militari sono tanto profonde e ricche da assumere, talvolta, una dimensione conflittuale nonostante siano portatrici di importanti opportunità per il governo del territorio. La Val di Sole, sin dall'inizio dei tempi storici è usata come proficua via di penetrazione: scambi continui tra il versante lombardo, la Valtellina e il Trentino.



Figura 20.

I forti del Tonale non si discostano dai coevi, facendo tesoro di tutti i ritrovati tecnologici conosciuti e ampiamente realizzati, facendo ricorso alla pietra locale, il granito, lavorato a scalpello per nascondere la sottostante struttura in calcestruzzo, materiale ampiamente impiegato dopo gli anni Settanta dell'Ottocento.

Si tratta di opere permanenti, affiancate da chilometri di trincee, camminamenti, ridotte, piazzole per artiglierie campali, villaggi militari e baraccamenti per il ricovero delle truppe, strade di accesso, teleferiche per il rifornimento degli avamposti in alta quota, unitamente alle necessarie infrastrutture di supporto edificate con uno spiegamento di mezzi senza precedenti che hanno modificato pesantemente il paesaggio del territorio.

Nel 1915 tutto è pronto per l'evento tanto atteso e temuto: l'ingresso dell'Italia in guerra.

Come sugli altri fronti, anche sulle montagne e sui ghiacciai del Tonale la Grande Guerra è caratterizzata dalla tremenda forza d'urto dell'artiglieria, quasi un simbolo della tecnica che annichilisce l'uomo e che, in quegli stessi anni, si sviluppa a ritmo vertiginoso, diventando spesso, grazie alla produzione di armamenti più potenti, lo strumento d'espressione delle aggressive politiche delle moderne nazioni industriali.

Quando, all'alba del 24 maggio 1915, i primi colpi di cannone annunciano l'ingresso in guerra dell'Italia contro l'Impero austro-ungarico, la linea di confine disegnata dalle montagne del Trentino si trasforma in linea del fronte, diventando un nuovo e inedito campo di battaglia. Nell'imminenza della guerra, entrambe le parti corrono all'occupazione delle posizioni strategiche, come le vette e i passi più alti, per evitare tentativi di infiltrazioni o l'aggiramento degli sbarramenti difensivi più a valle. Attorno al Tonale, porta di accesso alla Lombardia e caposaldo fondamentale, incuneato tra le montagne più alte dell'intero fronte, la prima linea si spinge fin sopra i ghiacciai, ben oltre i 3000 metri di quota.

Mai la guerra è arrivata a quote tanto elevate. Nessun esercito fino ad allora ha mai sperimentato sul campo gli enormi problemi tattici e logistici propri dei combattimenti in alta montagna, dove il fattore ambientale conta quanto la capacità offensiva. Così, le prime battaglie sui campi di neve nel grandioso scenario dei ghiacciai e delle vette dell'Adamello, della Presanella e dell'Ortles-Cevedale, inaugurano una vicenda del tutto particolare nel più ampio quadro della Grande Guerra, passata alla storia con il nome di Guerra Bianca.

Sui fronti della Guerra Bianca, dove il terreno impervio e le condizioni climatiche limitano drasticamente gli spazi di manovra delle truppe, gli scontri sono principalmente caratterizzati da battaglie per la conquista delle posizioni strategiche in alta quota, condotte da snelle pattuglie capaci di muoversi con agilità sulle rocce e con gli sci.

Il settore strategico del Tonale, aspramente conteso dai due eserciti, vede una strenua lotta tra italiani, generalmente nel ruolo di attaccanti, e gli austro-ungarici in quello di difensori, allo scopo di chiudere la strada per Trento e Bolzano. Nei primi mesi di guerra l'esercito italiano tenta ripetutamente di aggirare il saldo sistema difensivo imperiale, incentrato sulle fortezze dell'alta Val Vermiglio, infiltrandosi attraverso i passi di creste quasi inaccessibili, con audaci imprese alpinistiche.

Ma, con il consolidamento delle rispettive posizioni sui caposaldi più importanti, i comandi militari sono costretti a constatare che la guerra di movimento avrebbe prodotto risultati parziali, a costo di gravissime perdite. Una sola mitragliatrice ben piazzata è in grado di far fronte ad un intero battaglione. Perciò, come sugli altri fronti del conflitto, anche sulle montagne e sui ghiacciai del Tonale la Prima guerra mondiale si trasforma ben presto in guerra di sbarramento e di posizione, in cui ad essere preminente è il ruolo devastante dell'artiglieria, nel tentativo di scardinare le difese avversarie, sottoposte ad un incessante fuoco di logoramento.

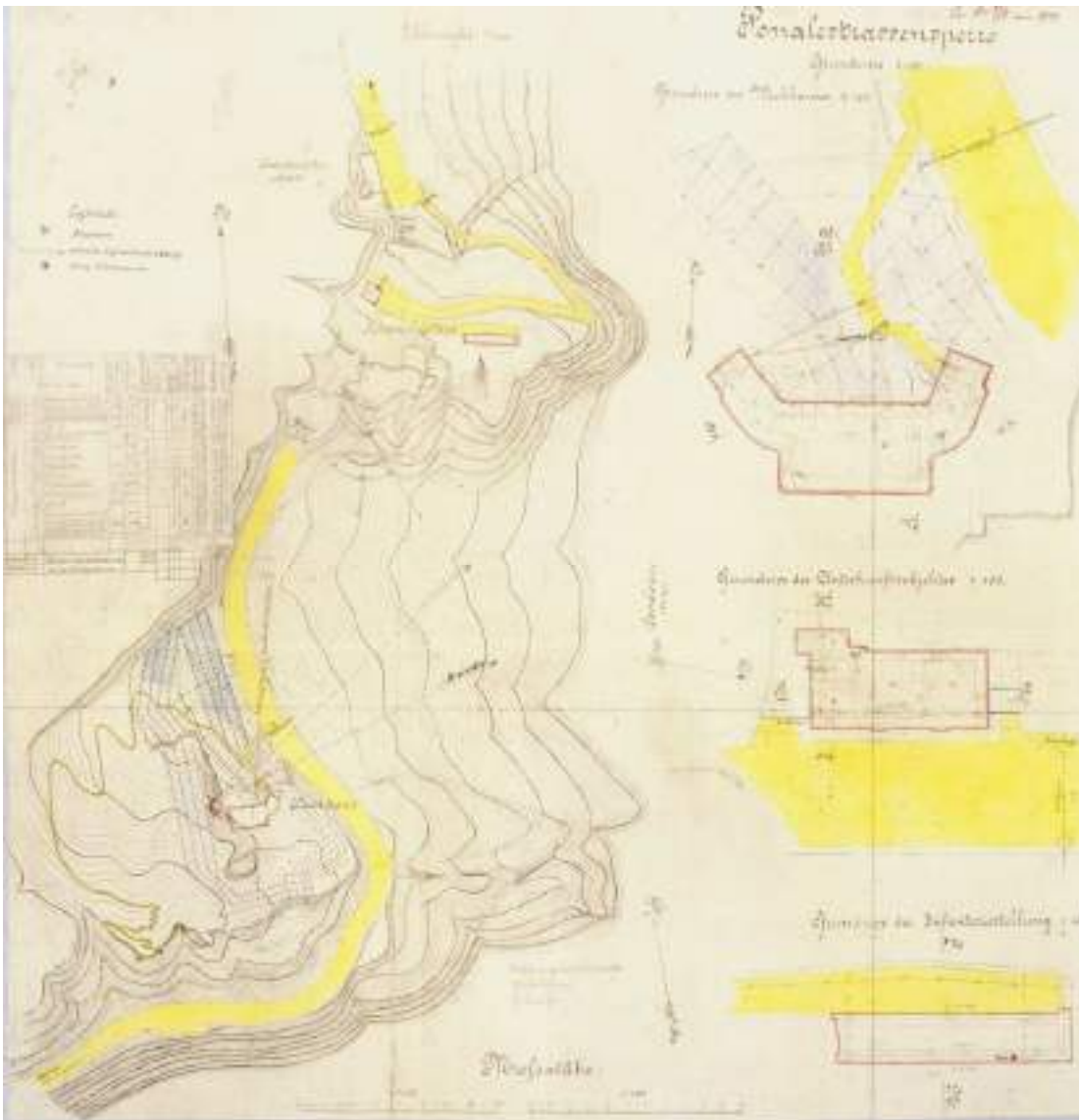


Figura 21.

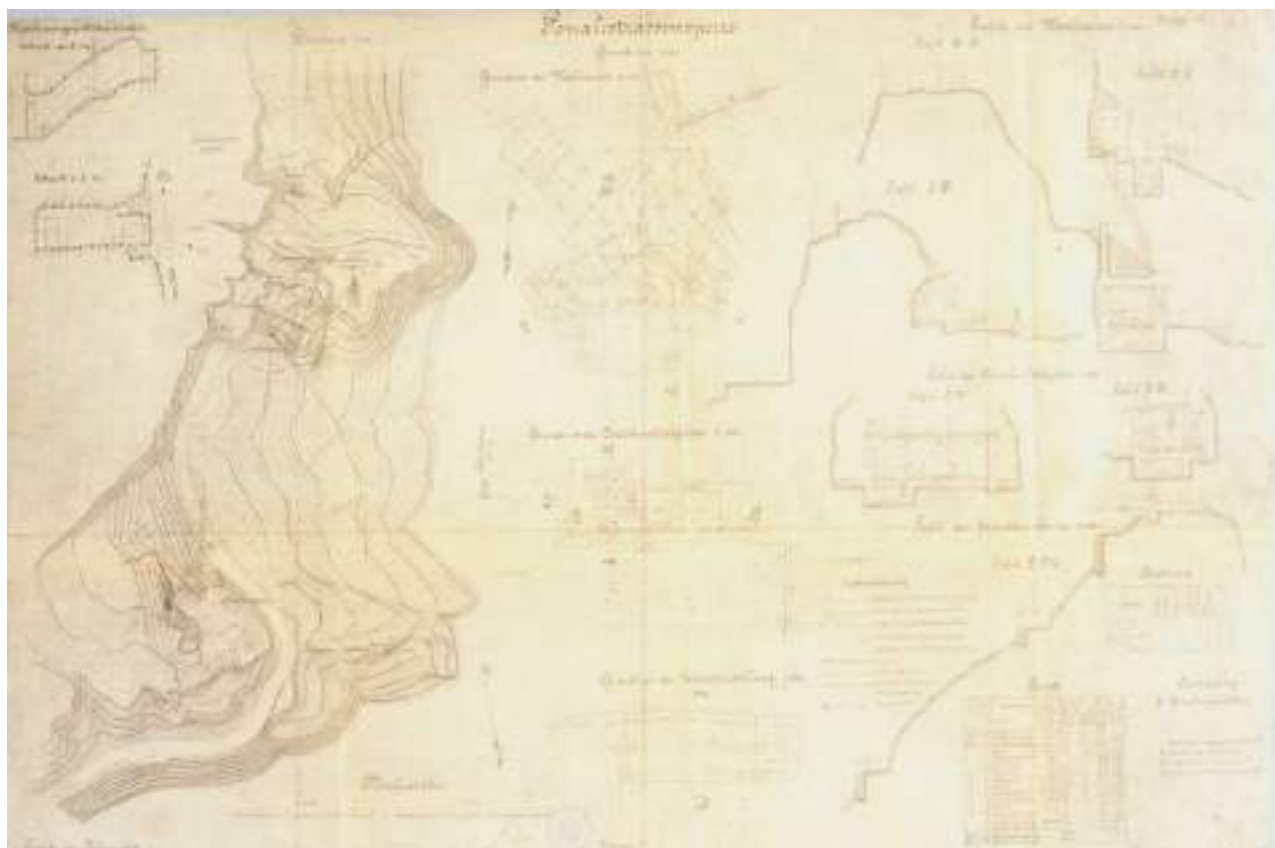


Figura 22.

Con il risultati di centinaia di bocche da fuoco di ogni calibro trasportate a forza di braccia fin sulle vette più alte; e Vermiglio e Ponte di Legno, da una parte e dall'altra del confine, bombardati e distrutti. Tuttavia, nonostante le dure battaglie sui ghiacciai, intervallate da grandi offensive in forze e lunghe pause invernali, i due eserciti mantengono sostanzialmente le stesse posizioni per tutta la durata del conflitto, schierati a brevissima distanza uno dall'altro.

Sul fronte della Guerra Bianca, oltre al nemico i soldati affrontano anche un avversario altrettanto temibile: l'ambiente naturale dell'alta montagna, tanto apparentemente amichevole nella breve stagione estiva, quanto implacabile nel lungo inverno, quando le condizioni ambientali e climatiche giungono spesso oltre i limiti della sopportazione.

Sul fronte del Tonale entrambi gli eserciti schierarono i reparti più addestrati e meglio organizzati, reclutati fra popolazioni abituate da sempre a vivere e lavorare in montagna: i Kaiserschützen da parte austro-ungarica e gli Alpini da parte italiana.

Nelle sue caratteristiche di fondo la Guerra Bianca non è dissimile da quella combattuta nel resto d' Europa. Analogo il massiccio impiego della tecnologia come strumento di morte, simile l'angoscia del soldato in attesa dell'assalto. Con la Prima guerra mondiale la faccia più sinistra della modernità irrompe nel fango nelle trincee come sulle montagne innevate.

Tuttavia sul fronte alpino, caratterizzato da condizioni ambientali estreme e da un terreno più adatto alle imprese alpinistiche che alla guerra, la potenza distruttiva degli armamenti non riesce a dispiegarsi pienamente e ad annullare del tutto il fattore umano. Qui, a differenza che sugli immensi e desolati campi di battaglia delle pianure della Galizia e delle Fiandre, al soldato è concesso, almeno in parte, di esprimere il valore e le capacità individuali, conservando una parvenza di umanità e di rispetto nei confronti dell'avversario, nonostante le drammatiche circostanze affrontate.

Il mito della Guerra Bianca ha origine proprio da questa immagine quasi cavalleresca della guerra, accostata al fascino romantico della natura estrema, delle vette altissime e dei ghiacciai. Un mito dai contorni ambigui, alimentato abilmente da propagandisti e corrispondenti di guerra, per i quali il fronte alpino diventa lo sfondo ideale per rappresentare all'opinione pubblica una guerra dal volto più rassicurante, eticamente più accettabile, certo meno disumana e spersonalizzante di quella delle tremende battaglie che inghiottivano centinaia di migliaia di uomini sul Carso, a Leopoli o a Verdun. In tutto ciò, le fortezze assumono un ruolo fondamentale nei rapporti di forza, anche se la loro staticità le esporrà, a loro volta, all'incessante fuoco avversario.

Continuamente rimaneggiate, cadono sostanzialmente intatte in mano italiana nell'autunno 1918.

Forte Strino



Figura 23.

Costruito su un'altura a 1538 m di quota, il forte si adatta topograficamente ad essa con la sua forma semicircolare, che accompagna dall'alto l'ampia curva che compie la strada del Tonale prima del ponte sul Rio Strino. La struttura, a due piani, è in spessa muratura di pietrame e malta. Il paramento in granito locale era stato lavorato con cura da abili scalpellini, come dimostrano i tratti di rivestimento che ancora si conservano.



Figura 24.

Per chi arriva dal Tonale ha l'aspetto di un blocco cilindrico compatto, come una bassa torre di guardia costellata di feritoie; chi invece accede al Forte Strino dal lato opposto nota l'ingresso principale, caratterizzato da tre archi in muratura preceduti da un fossato rivestito in pietra.

La presenza del fossato e del piccolo ponte in legno che lo supera, indice della continuità nel tempo Sbarramento del Tonale, Forte Strino, e forte Velon di certi archetipi difensivi, è un segno emblematico delle teorie strategiche antiche alla base della costruzione del forte, antecedenti all'impressionante sviluppo dei sistemi di artiglieria di fine '800.

Consapevole della vulnerabilità del Forte Strino, alla fine del secolo lo Stato Maggiore austriaco ne decide il riammodernamento, nel quadro del generale potenziamento delle difese del confine del Tonale e degli altri valichi trentini.



Figura 25.

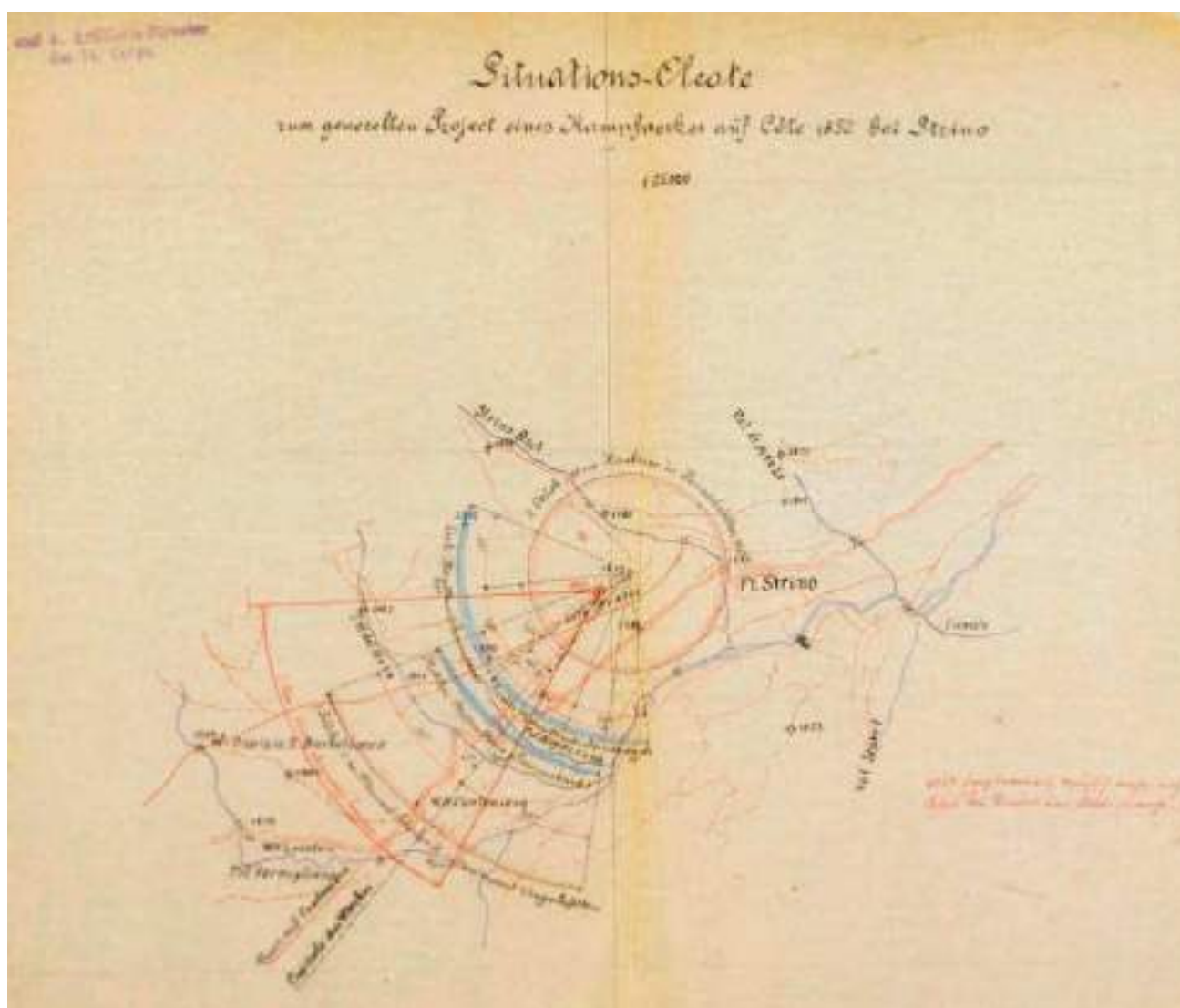


Figura 26.

All'interno del sistema di difesa progettato per l'alta Val di Sole, al forte è definitivamente attribuito il ruolo secondario di sbarramento stradale (*Strassensperre*), assegnando a ben più moderne strutture i compiti di fiancheggiamento e copertura del fronte. Negli ultimi anni del secolo vengono pertanto rifatti i fori cannonieri per adeguarli all'introduzione di quattro nuovi pezzi di artiglieria e il tetto in legno è sostituito da uno in pietra e cemento, con un alto parapetto e feritoie per fucilieri e mitragliatrici. Con la costruzione del Forte Velon poco più a valle e la realizzazione, nel 1906, della poterna blindata di collegamento ad esso, il complesso assume la sua fisionomia definitiva, ritornando ad essere, alla vigilia della guerra, una macchina bellica efficiente.

Come gli altri forti, è attrezzato per una completa autosufficienza: generatore di corrente, infermeria, loculi per la sepoltura provvisoria dei caduti, forno per il pane, telefono, segnalatori ottici e acqua potabile, (proveniente, questa, dal Rio Strino e raccolta in una fontana sul piazzale esterno e poi in cisterna).

Nel corso della guerra il Forte Strino è stato più volte colpito dall'artiglieria italiana, e sempre prontamente riparato. Negli anni successivi alla guerra, praticamente intatto, ha fatto bella mostra di sé sulle foto e le cartoline d'epoca. Poi però è iniziato il periodo del saccheggio e delle spoliazioni, che lo ha ridotto a un rudere in stato di abbandono, riconquistato dal bosco.

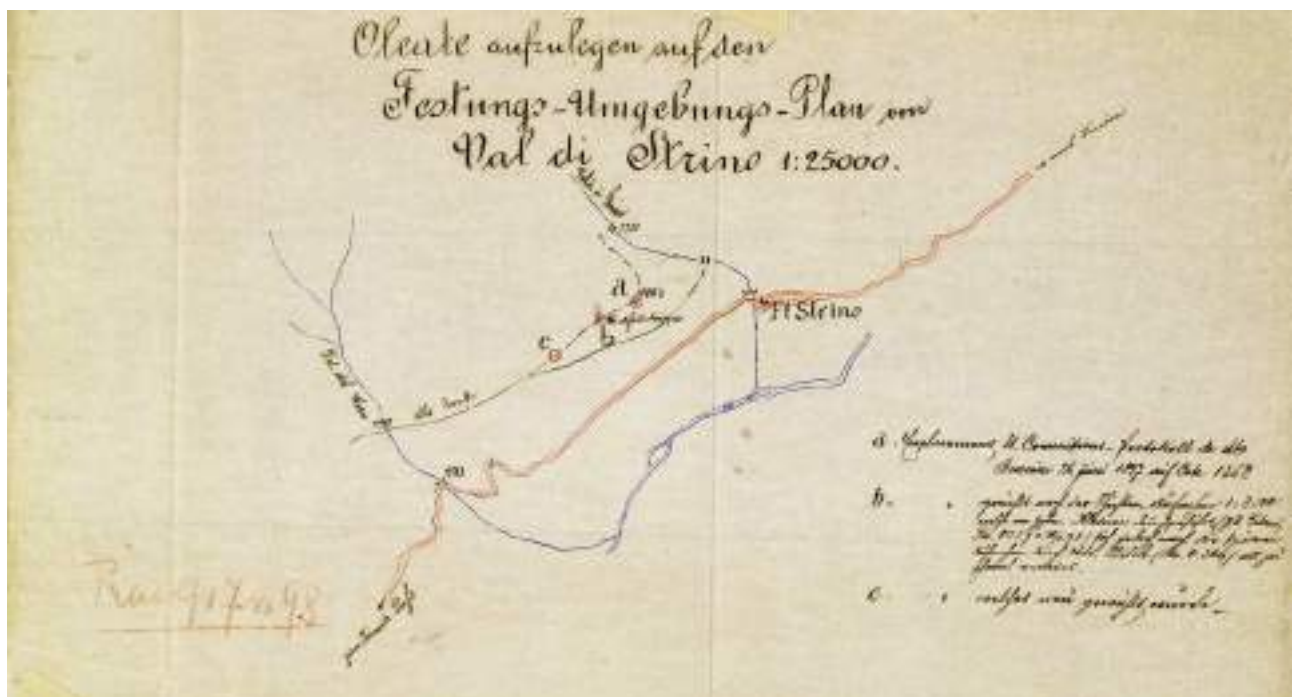


Figura 27.

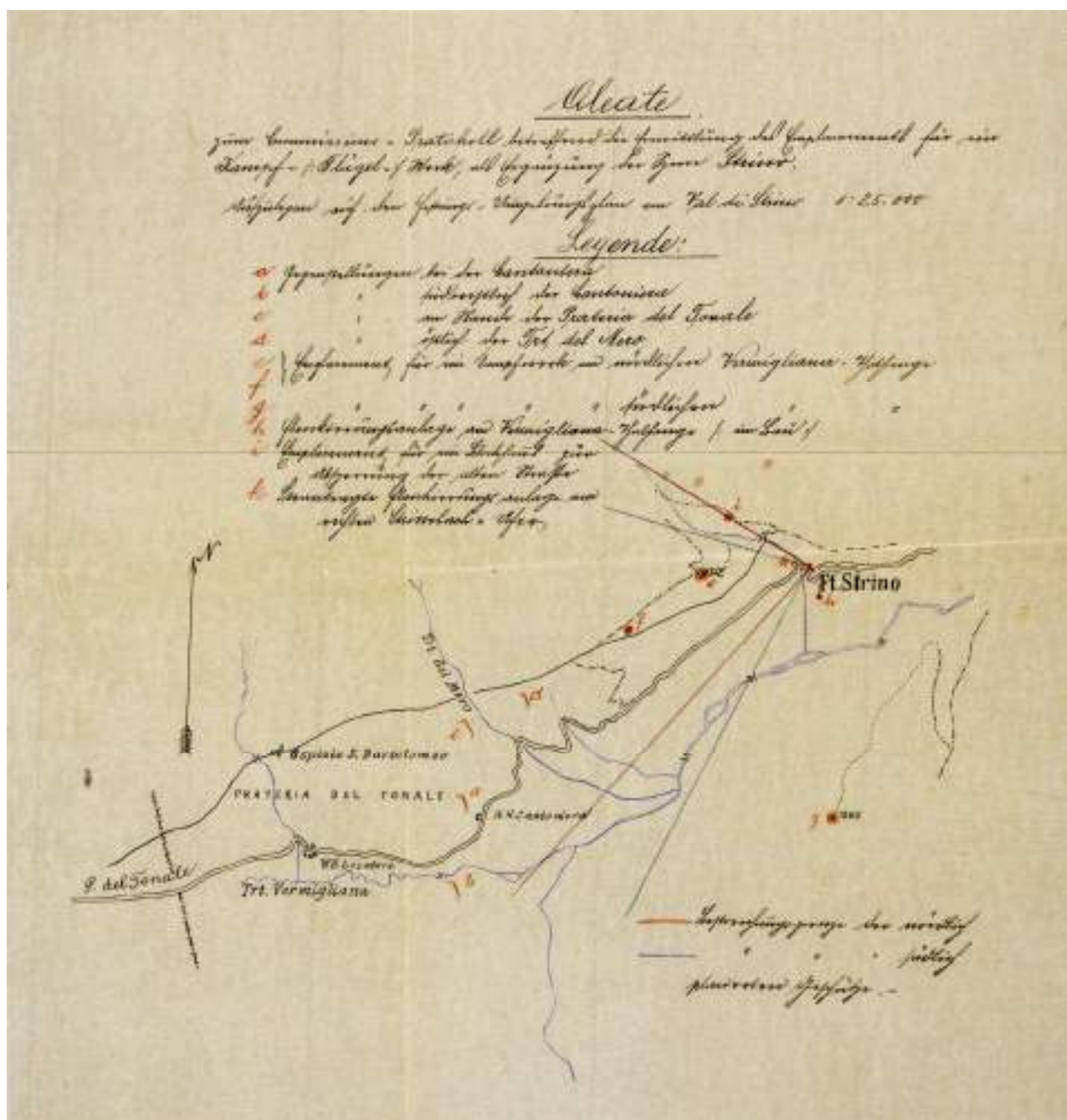


Figura 28.



Figura 29.



Figura 30.



Figura 31.



Figura 32.



Figura 33.



Figura 34.

Forte Velon

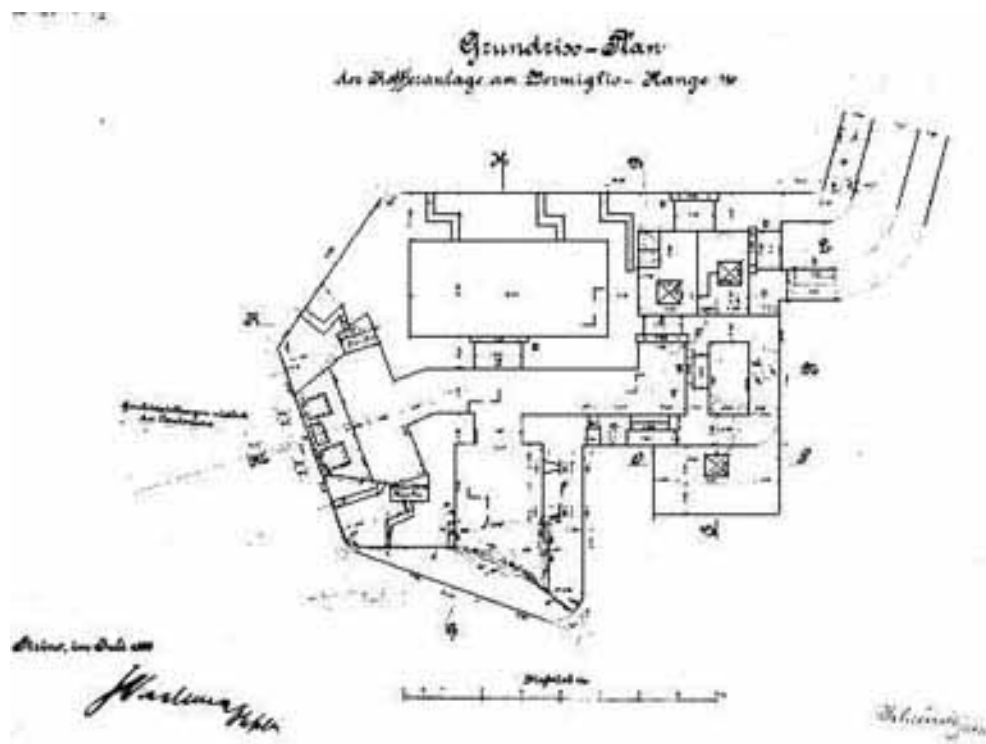


Figura 35.

È costruito tra 1898 e il 1900 poco più a valle del Forte Strino, al quale viene poi collegato, nel 1906, tramite una lunga scalinata blindata in calcestruzzo (*poterna*). Concepito come parte integrante dello sbarramento stradale di Strino, ha avuto la funzione di fortino per la difesa ravvicinata (*Nahkampfanlage*) e

per il controllo visivo e di tiro della sottostante Val Vermiglio e dell'imbocco di Val Stavel. Posto a 150 metri più in basso del Forte Strino è collegato a questo da un passaggio sul fondo della valletta del Vermigliana. La struttura, in casamatta semplice a forma quadrangolare, è a due piani, rivestita da blocchi di granito.

L'armamento consisteva in quattro cannoni da 80 mm M98 e due postazioni di mitragliatrici M93.

Forte Zacarana o Tonale

Costruito a quota 2096 m, sul crinale di spartiacque tra la Val di Strino e la Val Vermiglio, viene edificato tra il 1907 e il 1913. Si tratta del più moderno – per l'epoca – ed efficiente forte dello sbarramento del Tonale. Costruito in casamatta di calcestruzzo blindato con cupole di acciaio girevoli, ciascuna con un obice da 100 mm, dal punto di vista tecnico segue i più aggiornati criteri di costruzione

delle fortezze di artiglieria di ultima generazione, fornito anche di altre due cupole in funzione di osservatorio.

Con la sua posizione di assoluto dominio controlla il Passo del Tonale e tutto il versante opposto della Val Vermiglio, fin sui ghiacciai del Pisgana, del Presena e della Presanella, grazie anche a un armamento comprensivo di 4 obici da 100 mm M09 in cupola corazzata, 2 cannoni da 80 mm M05 in casamatta corazzata e 17 mitragliatrici modello *Schwarzlose*.

Copiosamente cannoneggiato, durante la guerra 1915/1918, dai forti italiani situati sulla parte opposta del Passo del Tonale, soprattutto da quello di Corno d'Aola, dopo un inutile rispristino negli anni successivi è stato abbandonato dal Comando Austriaco e acquistato nel 1936 dal Comune di Vermiglio.

Forte Mero



Figura 36.

Ultimo in ordine di tempo, e sempre facente parte dello sbarramento del Tonale, viene realizzato tra 1911 e 1913 a quota 1859 m con il compito di sbarrare l'accesso alla valle lungo la vecchia strada proveniente dall'Ospizio San Bartolomeo e come opera di fiancheggiamento del Forte Zacarana situato poco a monte.

La struttura, di forma quadrangolare, è in calcestruzzo blindato, con tetto ricoperto da un manto terroso tenuto ad erba rasa per smorzare gli effetti delle esplosioni. In considerazione dell'ormai soddisfacente

dotazione di artiglierie in postazione fissa del settore, la funzione della nuova opera si limita alla sola difesa ravvicinata e a compiti di osservazione, con armamento ridotto a sole sette mitragliatrici modello *Schwarzlose*.

Forte Pozzi Altì o Presanella



Figura 37.

Situato sul versante orografico destro della Val Vermiglio, a quota 1880 m, forma una vera e propria “tenaglia” con i Forti Zacarana e Mero, sul versante opposto a quello degli altri forti del Tonale.

Costruito tra il 1906 e il 1912, domina il tratto di fronte compreso fra i Monticelli e il Montozzo, con una vista privilegiata sull’ampia sella del Tonale e la strada di accesso al valico. Il Forte Pozzi Altì inaugura, primo in assoluto tra le fortificazioni trentine, una nuova serie di costruzioni blindate (*Panzerkonstruktionen*) con i primi esemplari di cupole corazzate girevoli per l’alloggiamento dei pezzi di artiglieria e delle postazioni di osservazione.

Progettato secondo uno schema longitudinale piuttosto semplice e legato ancora alla consuetudine delle casematte ottocentesche troppo elevate sulla linea del terreno, è munito di una facciata libera sviluppata su due piani, mentre i restanti lati seguono i limiti di un roccione naturale che sporge dallo scosceso pendio. Dal blocco principale che taglia trasversalmente il fianco montano, si sviluppano verso valle, a quote inferiori, due corpi: verso Ovest un cofano per mitragliatrici, verso Est un osservatorio con

cupola corazzata. Per la difesa della gola, ricavata nella roccia viva del muro di controscarpa, è stata realizzata una seconda opera di fiancheggiamento collegata alla principale da un sottopasso.

L'armamento consisteva in tre obici da 100 mm M09 in cupola corazzata, due cannoni da 80 mm M05 in casamatta corazzata e quindici mitragliatrici modello *Schwarzlose*.

Il Fronte orientale

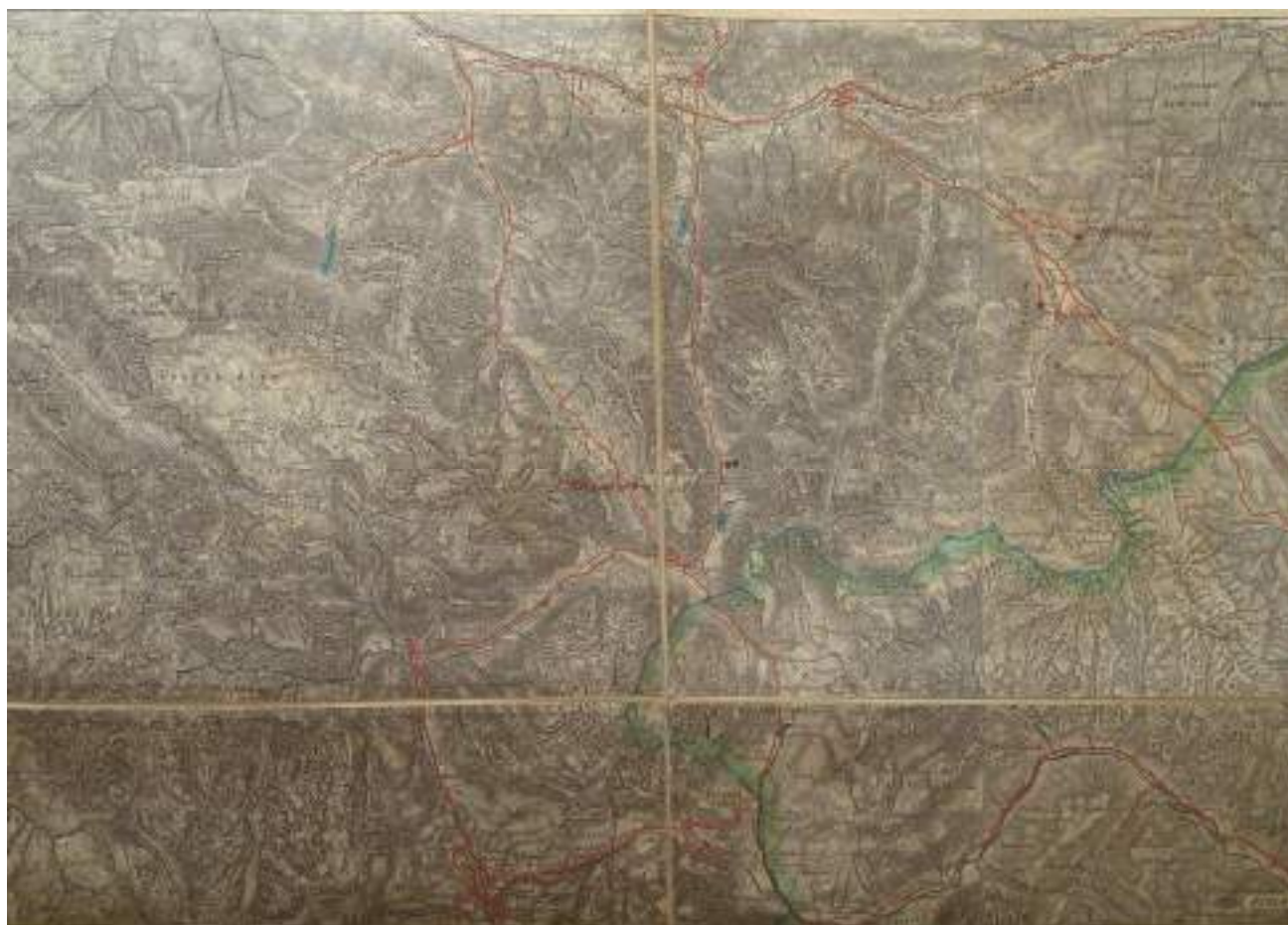


Figura 38.

La linea del Boite e dell'Anziei

Su questo lato, l'unico tratto che interessa l'attuale estensione della provincia di Bolzano è il suo limite nord-orientale: l'estrema propaggine a nord-est della catena di forti e postazioni campali che corrono dalla Val di Fassa (Passo San Pellegrino/Passo Pordoi, il fronte del Cordèvole/Col di Lana e del cortinese e infine il gruppo dei Fanes: oggi tutti in provincia di Belluno) sino a San Candido in Val Pusteria.

Per la dislocazione amministrativo-geografica nei limiti di questo ragguaglio, solo quattro forti rientrano nel nostro discorso: Prato Piazza (*Plätzwiese*), il più alto in quota, sulla strada che da Carbonin sale nella valle di Specle per poi scendere a Braies Vecchia e di qui giungere in Pusteria tra Villabassa e Monguelfo; forte Landro, organizzato in due corpi di fabbrica, posto a sbarramento della valletta omonima a circa 8 km a Dobbiaco; e i due forti della val di Sesto, valle che con andamento nord/sud sfocia a settentrione a San Candido mentre a Sud, attraverso il passo di Monte Croce Camèlico, limite della provincia, confina con la Carnia. Tutti appartenenti alla seconda ondata fortificatoria voluta dal Comando Supremo Austriaco, a partire dagli anni Ottanta dell'Ottocento⁶⁶, nella loro concezione si reiterano alcuni aspetti propri della descrizione dei forti trentini: non più una sola struttura, molto estesa, situata nei punti nodali di transito con compiti di dissuasione più che di vero intervento (com'è Fortezza, ad esempio, ancora legata a schemi settecenteschi), ma un più attento sfruttamento del terreno per opere molto più contenute e dislocate in modo da formare una linea continua di sbarramento.



Figura 39.

⁶⁶ G. M. Tabarelli, *I forti austriaci ...* op. cit., p. 203

Forte Prato Piazza



Figura 40.

Piccola casermetta *Blockhaus*, posta a 2040 metri s.l.m., a controllo di una forcella di alta montagna sopra il passo che da una parte scende verso Carbonin e dall'altra verso Braies Vecchia.

Alla modesta estensione, un monoblocco compatto a spigoli in parte arrotondati, di circa trenta metri di lato, alto due piani, con un'appendice superiore in funzione di punto d'osservazione, vi si contrappone una notevole importanza come punto d'appoggio e di riferimento per la catena delle postazioni campali della zona.

Tutto il settore è stato particolarmente combattuto nei primi due anni della Prima guerra mondiale, per cui sentieri, non raramente scavati nella roccia, mulattiere, caverne ridotte a cielo aperto, gallerie, postazioni, teleferiche, si rilevano copiosi.

Il forte, debolmente armato, ha costituito un punto fermo, di riferimento, all'interno di una linea continua la cui validità è appunto nella mancanza di intervalli e che non s'affida più a punti emergenti considerati di particolare efficacia.

Forte Landro

Sulla strada che da Dobbiaco sale al Passo di Cimabanche, definita dai tedeschi porta settentrionale delle Dolomiti, a circa otto chilometri sulla sinistra, oggi in gran parte nascosto da un folto di abeti, spicca il Forte Landro, dal nome della valle in cui sorge. È composto da due corpi di fabbrica, – il superiore meno ampio – allineati tra loro e posti su quote diverse, trasversalmente alla valle: la classica posizione di un'opera il cui compito è quello di sbarrare il transito nella valle, di una *trassensperre*.

Eretto negli anni ottanta dell'Ottocento, allo scoppio della Prima guerra mondiale viene considerato superato come opera difensiva, e il suo armamento dislocato sul terreno a cielo aperto; ma è sempre rimasto centro di comando operativo di questo tratto del fronte, uno dei più sofferti e lavorati dai soldati di entrambi gli eserciti. A ragione, si può ben dire che non c'è roccia che non sia stata segnata dal piccone o dalla "gelatina" degli alpini da parte italiana o degli *Kaiserschützen* da parte austro-ungarica. Poco più avanti il Monte Piana, uno dei punti più avanzati delle linee austriache e che proprio in Forte Landro ha il suo appoggio più autorevole.

Il Forte Landro, unitamente al Forte Prato Piazza, con il compito di impedire un'infiltrazione da Cortina, rappresenta un braccio della tenaglia difensiva su questa direttrice, schema consueto seguito dallo Stato Maggiore Austriaco. In effetti l'uguaglianza dello scopo è l'unica corrispondenza tra le due fortificazioni, per il resto assai dissimili e nella concezione e nella forma.

La sua prestazione come difesa è stata poi compromessa anche dalle modifiche subite dal fronte in seguito alle nuove posizioni occupate dalle truppe italiane, diventando un comodo bersaglio facilmente esposto a tiri d'artiglieria. .

Landro è il più vasto dei forti di questo settore. Il paramento di blocchi di pietra squadrata, come al solito in queste costruzioni, è qui eccezionalmente in pezzi ricoperto da intonaco.

Linea di Monte Croce di Comelico (Forti di Sexten)

La Val di Sesto, invece, oggi non inclusa nei circuiti dei grandi centri di vacanze, ma prevalentemente nota a turisti vogliosi di tranquillità, all'epoca ha rappresentato un punto piuttosto delicato dello scacchiere, visto che sfocia proprio laddove il Tirolo Orientale – Valle della Drava – s'incontra con quello Meridionale – Valle della Rienza – e la sua ampiezza ha suggerito di ricorrere al classico consueto raddoppio.

Sul fianco destro della Valle, sulle pendici del Monte Elmo, viene eretto il Forte Mitterberg, su quello sinistro il Forte Heideck, quest'ultimo a monte del paesino di Moos, all'ingresso della Val Fiscalina.

Forte Heideck (Heidegg)

Costruito tra 1884 e 1888, rappresenta uno dei migliori esempi di forte aggiornamento sulle nuove tecniche difensiva. Compatto, quadrato, tre piani fuori terra, si compone di quattro postazioni per obici, disposti a gruppi di due, sui due vertici opposti. Anch'esso costruito con materiale reperito sul posto, ha avuto bisogno di un notevole impianto di cantiere: due funivie e due linee a scartamento ridotto, infatti, portano il necessario dal fondo valle sino alla località prescelta per la costruzione.

Il parapetto, piuttosto grezzo, è a conci regolari. La copertura, piatta, s'inclina dal lato del nemico.

Nei primi mesi di guerra viene pesantemente colpito dagli obici italiani e alla fine dei combattimenti le sue mura sono saltate in aria a colpi di dinamite; i conci rimanenti saranno impiegati nella ricostruzione delle case di Sesto e di Moso: destino comune di molte fortificazioni, che spesso hanno visto le loro mura distrutte più che dalla guerra, dagli uomini.



Figura 41.

Forte Mitterberg

Eretto sul fianco destro della Valle di Sesto, sulle falde del Monte Elmo, a circa 1500 m di quota s.l.m., nell'ultimo ventennio dell'Ottocento (1885-1889), contemporaneamente alla strada che lo collegava al paese.

Costruito contemporaneamente al Forte Haideck, il forte Mitterberg ha pianta quadrangolare, perfettamente aderente al terreno, e termina verso valle in un fossato che raggiunge a quota zero, dopo che il tetto si è via via inclinato, adagiato sulle curve di livello.

Il paramento è per la maggior parte irregolare: l'unico tratto a conci quadrilateri e a corsi ricorrenti è il brano verso valle, là dove il muro s'inclina verso il fossato, delimitato da una parte dal forte vero e proprio e dall'altra dal muro di controscarpa che corre verso tutta la lunghezza della fronte verso valle.

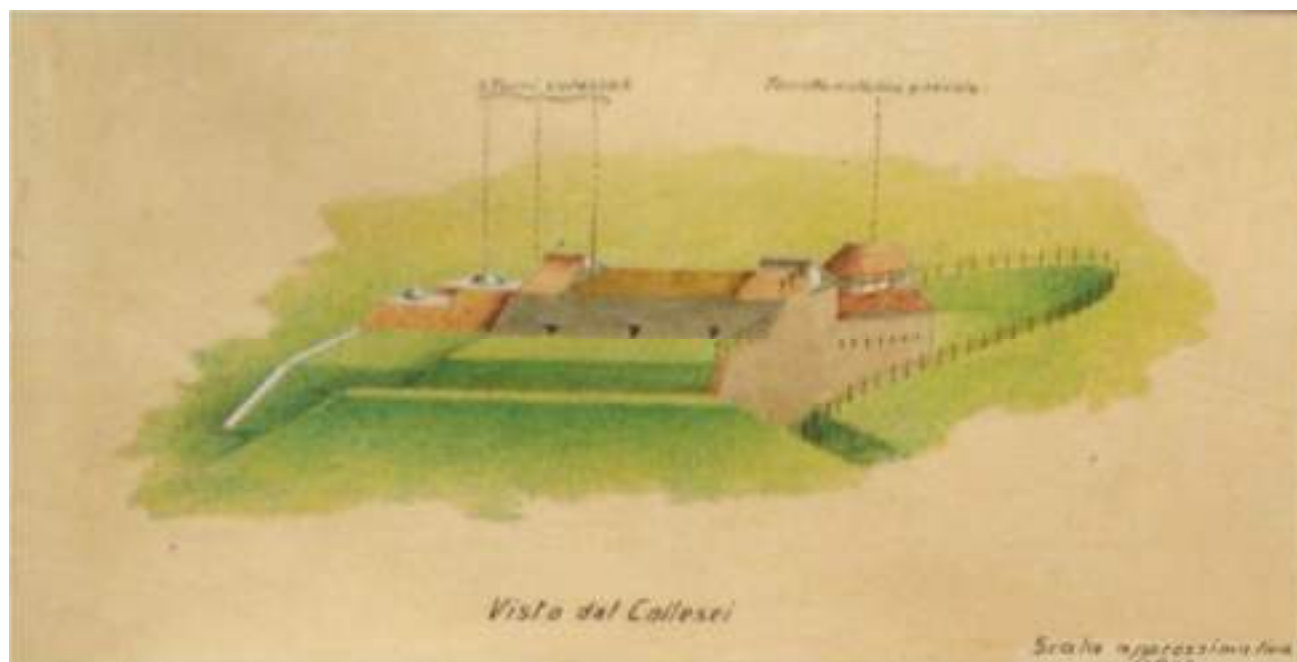


Figura 42.



Figura 43.



Figura 44.

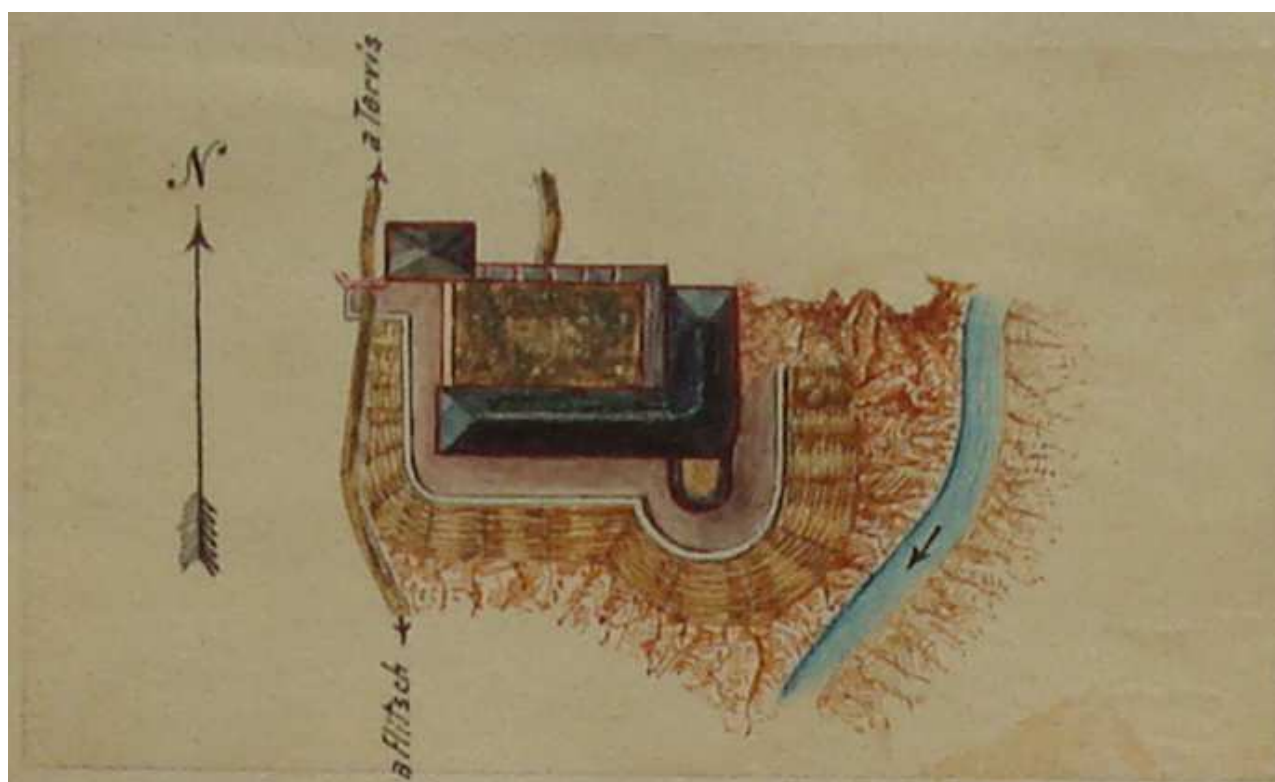


Figura 45.



Figura 46.



Figura 47.

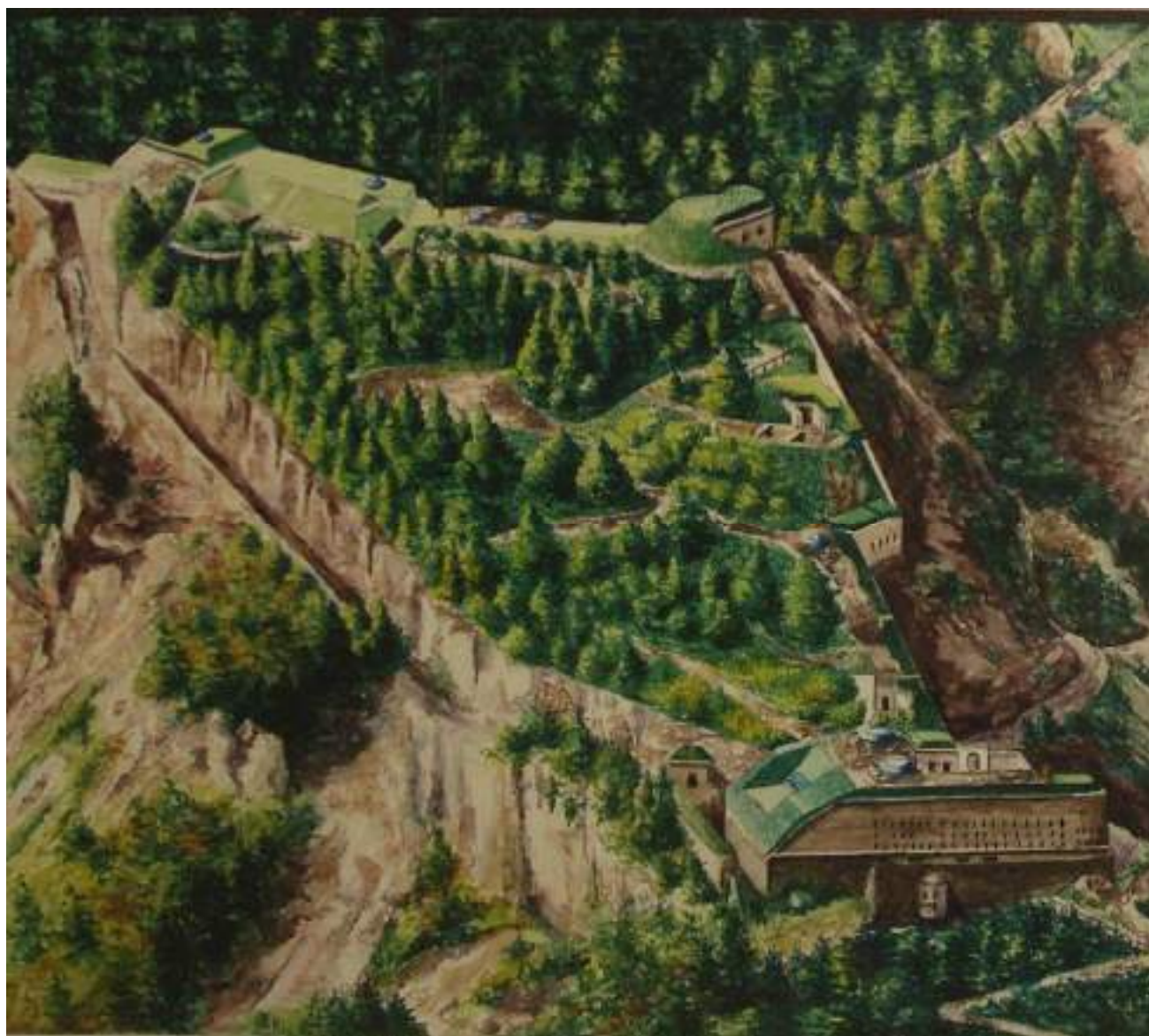


Figura 48.

4.4. Il teatro di guerra nello Scacchiere Orientale attraverso la cartografia storica dell'Ufficio Storico dello Stato maggiore Esercito



Figura 49.

Con l'entrata in guerra le esigenze cartografiche del Regno cambiano drasticamente; parallelamente alla produzione classica, l'Istituto Geografico Militare viene chiamato a realizzare la cartografia di guerra: «[...] si richiese al Comando Supremo l'allestimento di Carte geografiche generali d'insieme dei vari teatri della guerra, alla scala di un milionesimo, di carte corografiche della penisola Balcanica ad 1:200.000 e di una varietà grande di altre Carte speciali, per le quali veniva tratto partito da materiali vari già in possesso dell'Istituto»⁶⁷.

La distribuzione cartografica, completata prima dell'inizio del conflitto, continua ad essere reintegrata regolarmente dall'Istituto Geografico Militare, che così riesce a garantire costantemente l'aggiornamento dei tipi di stampa, in base alle informazioni inviate direttamente dai campi di battaglia, alle ricognizioni eseguite dal personale dell'Istituto Geografico Militare e alle esigenze dei vari comandi, pervenute di volta in volta.

«A tal fine, si utilizzano le “levate” alla scala 1:25000 e 1:50.000, che, nate per poi ottenerne carte a maggior denominatore, ben si prestano allo scopo, permettendo di riportare più dettagliatamente i particolari topografici: questo ha poi favorito lo sviluppo delle tavolette in scala 1:25.000.

Ogni “tavoletta” consiste nel sottomultiplo di un “foglio”, cioè la sua sedicesima parte: un foglio al 100.000 è suddiviso in quadranti (I, II, III e IV) alla scala 1:50.000 e ogni quadrante ripartito in quattro tavolette (NE, SE, SO, NO). Ciascuna tavoletta, quindi viene identificata, oltre che dal nome della località più rappresentativa del territorio in essa compreso, dal numero cardinale del foglio, da quello ordinale del quadrante e dal suo orientamento e generalmente comprende una superficie media di 96 Km²; la sua dimensione è di 5' di latitudine per 7'30'' di longitudine⁶⁸».

La parte centrale è dedicata, ovviamente, alla rappresentazione cartografica, inquadrata da cornice.

Le curve di livello – inizialmente con un'equidistanza di 5 metri – più tardi vengono portate a un intervallo di venticinque, con le direttrici più marcate per migliorarne la leggibilità, introducendo anche le cosiddette curve ausiliare, a linea sottile tratteggiata, per quelle zone in cui le sole curve intermedie non sarebbero state sufficienti a illustrare adeguatamente l'andamento del terreno.

Ogni tavoletta riporta, al centro, il titolo, in alto a sinistra il numero cardinale con lo schema del proprio inquadramento all'interno del foglio al 100.000, e a destra, sempre in alto, il numero cardinale con l'orientamento. Vi è inoltre la suddivisione in primi della longitudine e della latitudine, con un'alternanza bianco-tratteggio, con la precisa indicazione dei vertici espressi in gradi e primi: per i due vertici, il cui valore della longitudine corrisponde al mezzo primo, viene citato solo valore della

⁶⁷ A. Mori, *La cartografia ufficiale in Italia e l'Istituto Geografico Militare*, Roma 1922, pp. 408-409.

⁶⁸ A. Cristofari, *Il venticinquemila durante la Grande Guerra*, in «la Cartografia», n. 17, giugno 2008, pp. 33-34.

latitudine, con l'ulteriore indicazione del valore della longitudine relativo al primo intero immediatamente più vicino.

Lungo ogni lato della cornice, fra parentesi, compare il titolo della tavoletta adiacente.

La fascia in basso, al di sotto della cornice, è dedicata alle diciture marginali relative ai segni convenzionali, al rapporto della scala, riportata anche in forma grafica, alle informazioni sulle date del rilievo e degli eventuali aggiornamenti⁶⁹.

Inizialmente, come sistema di riferimento geodetico viene utilizzato quello di Genova 1902 (mutato poi nel 1942 con il Roma 40), e come proiezione, analogamente alla carta a scala 1:100.000, prima quella cosiddetta “naturale” e poi quella di Gauss, suddividendo il territorio nazionale in due fusi di 6° di longitudine⁷⁰.



Figura 50.

⁶⁹ A. Cristofari, *Il venticinquemila durante la Grande Guerra*, in «la Cartografia», n. 17, giugno 2008, pp. 30-37.

⁷⁰ Ivi.



Figura 51.

«Il successo riscosso da questa carta è legato anche al suo formato, pressoché quadrato e di dimensioni contenute, ed alla sua praticità di uso e immediatezza della comunicazione: tutte le tavolette sono infatti corredate di ogni informazione utile per l'inquadrimento, per l'orientamento, ma anche per un'agevole lettura tramite un'esauriente legenda dei segni convenzionali (comprensiva dei più svariati particolari topografici), disposte intorno alla cornice.

In legenda viene minuziosamente indicata la casistica stradale con un'attenta classifica: dalla “via maestra” con fondo artificiale sempre carrozzabile alla “mulattiera atta al transito a soma”, al tratturo, al sentiero facile o difficile; un lungo elenco è anche dedicato alle essenze dei boschi e dei frutteti, così da poterne individuare le potenzialità di copertura e le difficoltà di attraversamento; una dettagliata distinzione per i particolari indicanti le possibilità di approvvigionamento idrico, come sorgenti,

fontane, “perenni” o “non perenni”, e pozzi “con aeromotore”, “con noria”, oppure artesiani, e così via⁷¹».

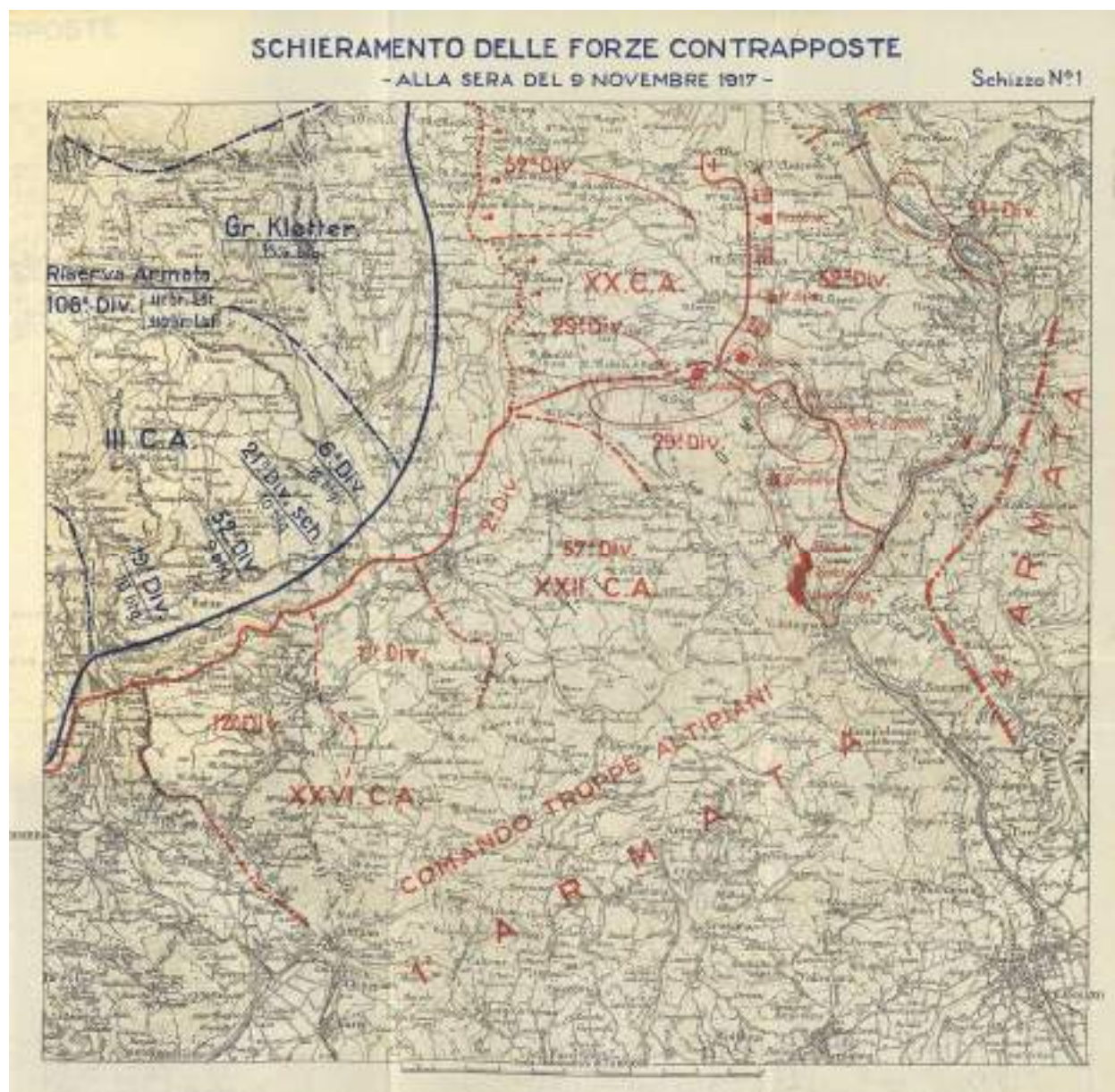


Figura 52.

La minuziosità e l’attenzione con cui sono disegnati gli elementi rilevati sul terreno rispondono alle esigenze di un uso militare della carta. Le *Norme topografico-militari ad uso degli ufficiali ricognitori e rilevatori*,⁷² in premessa sottolineano che «l’ufficiale topografo del rilevamento di una tavoletta al 25.000, oltre che seguire scrupolosamente le norme tecniche impartitegli dalla Divisione Topografica,

⁷¹ A. Cristofari, *Il venticinquemila durante la Grande Guerra*, in «la Cartografia», n. 17, giugno 2008, p. 35.

⁷² Istituto Geografico Militare (a cura di), *Norme topografico-militari ad uso degli ufficiali ricognitori e rilevatori*, Firenze 1912

deve sempre tener presente lo scopo militare di tale lavoro destinato alla successiva costruzione della carta di guerra al 100.000»⁷³.



Figura 53.

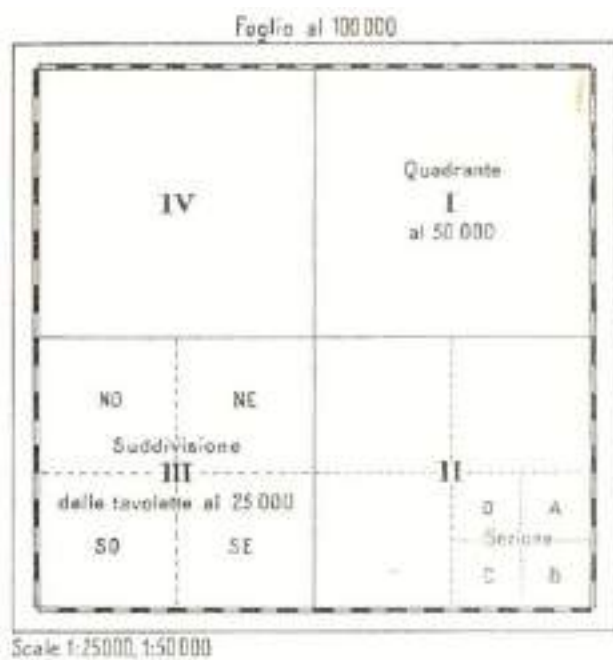


Figura 54.

⁷³ Ivi.

Le stesse norme, più avanti, riportano numerosi esempi di rappresentazione di particolari, in modo che il fruitore della carta avesse chiara l'idea di come si presentino nella realtà gli elementi riportati, senza incorrere in equivoci o errori letali per la sopravvivenza.

Le principali caratteristiche del terreno vengono elencati e descritti con i relativi esempi concreti, come la “rappresentazione di terreno difficile” o “di pendii ripidissimi”, analizzando particolari, ed anche imprecisioni, di carte già esistenti⁷⁴.

Anche per la rappresentazione della vegetazione vi sono norme dettagliate con particolare riguardo a quei tipi che avrebbero determinato una “fitta copertura alla vista”, evidenziando tra questi il bosco, le colture come la “vite sposata alle piante”, oppure la pianura di “tipo lombardo” con piccoli lotti di prato circondati da piante d'alto fuso.

Particolare importanza viene data a tutti quegli elementi divisorii delle proprietà rurali costituenti, nella fattispecie, un “ostacolo insuperabile per la cavalleria ed un grave impaccio per la fanteria e artiglieria”, come muretti, staccionate, sieponi alti, reticolati di fili di ferro, ecc⁷⁵.

La Grande Guerra segna un momento rivoluzionario nella cartografia, e non solo per le nuove tecniche di ripresa terrestre ed aerea messe a punto, ma anche e soprattutto per l'unione del momento storico con il territorio nello spazio e nel tempo: cartografia temporalmente determinata e realizzata sul fronte, per il fronte, in quel preciso momento⁷⁶.

Parallelamente alla produzione della cartografia di guerra dell'Istituto, altre due forze (una endogena all'esercito, l'altra esogena) si sono occupate della delineazione dei teatri di guerra. La prima è editoria privata che, analogamente a quella statale, lavora sulla cartografia del conflitto mostrando, a più ampio raggio e con migliore veste grafica, i luoghi degli scontri⁷⁷.

La necessità di una cartografia integrativa nasce dall'esigenza che i fogli al 100.000 e le tavolette al 25.000 erano ritenute «[...] non totalmente rispondenti alle esigenze della impreveduta situazione, poiché le dette scale non consentono la rappresentazione grafica di quei minimi particolari, che se possono considerarsi topograficamente trascurabili, assumono per contro un importante valore tattico nella guerra di posizione»⁷⁸. Ma non tutti i reparti dell'esercito avevano le medesime esigenze di rappresentazione cartografica: «[...] quella al 25 000 per l'artiglieria ed i comandi di grande unità, ed adottando invece la scala di 1:10.000 per tutti i comandi inferiori e per le truppe; salvo a ricorrere

⁷⁴ A. Cristofari, *Il venticinquemila durante la Grande Guerra*, in «la Cartografia», n. 17, giugno 2008, p. 36.

⁷⁵ Ivi.

⁷⁶ A. Vaccari, *L'immagine della Grande Guerra in Italia*, in «la Cartografia», n. 17, giugno 2008, pp. 6-19.

⁷⁷ «Quindi una cartografia di dettaglio, di pronto uso per i singoli reggimenti: «per rispondere alle nuove esigenze create dalle caratteristiche della guerra di posizione, come fu d'uopo istituire durante la campagna nuovi elementi [...] così risultò opportuna la trasformazione degli Uffici topografici d'armata stabiliti dal Tomo I di mobilitazione, in Sezioni cartografiche [...]» Cfr.: Comando della Terza Armata, Sezione cartografica, *Lavori compiuti durante la campagna di guerra*, Trieste 1919.

⁷⁸ Comando della Terza Armata, Sezione cartografica, *Lavori compiuti durante la campagna di guerra*, Trieste 1919.

anche a una larga produzione e distribuzione di piani quotati alla scala 1:5000, per uso di reparti di fanteria inferiori al reggimento». Il cartografo-soldato piega la cartografia di pace ai fini della guerra. Il volume *Lavori compiuti durante la campagna di guerra*⁷⁹ ci rivela il metodo operativo utilizzato dai cartografi di trincea, leggiamo: «1. Sopra un calco pallido azzurro delle “bozze di campagna austriache=scala 1:25.000” mettere in evidenza tutti i particolari topografici, ad eccezione del lumeggiamento; 2. Ingrandimento fotomeccanico dalla scala 1:25.000 a quella 1:10.000 del disegno; 3. Nella bozza - così ottenuta – apportare gli aggiornamenti del caso ed inserire ogni più minuto particolare topografico, servendosi delle fotografie appositamente fatte eseguire dagli aerei, dei documenti catturati al nemico, delle possibili ricognizioni sul terreno ecc.; modificare altresì la toponomastica, adottando quella grafia italiana che maggiormente conserva la fonetica del nome; 4. Riproduzione in calco pallido e su carta da disegno dell’abbozzo topografico così risultante; 5. Disegno ed allestimento della carta per la riproduzione in cromo (5 colori: nero per la planimetria; bistro per l’altimetria; bleu ed azzurro per le acque, verde per le colture); 6. Preparazione delle zone d’altitudine per l’applicazione delle tinte ipsometriche (14 colori: verde chiaro per le zone pianeggianti da 0 a 80 metri di quota; ed 13 gradazioni di terra di Siena per le zone altimetriche di 80 in 80 metri da 0 a 640 metri)»⁸⁰.

Il contributo della cartografia si concentra principalmente nel garantire al Comando Supremo e alle forze operanti in teatro molteplici tipologie di carte per le varie esigenze di carattere strategico, tattico e logistico. Questo ruolo cruciale, nella pianificazione e nello svolgimento delle operazioni, ha richiesto l’approntamento di una grande quantità di carte corografiche e topografiche, articolate in tipi differenti: alle scale 1.500.000 in due edizioni (a due e tre colori, oltre a due fogli d’insieme in vari tipi) e 1:200.000 in tre edizioni (in calco pallido, a tre colori e policrome a sfumo, oltre a vari fogli speciali d’insieme per tutta la zona di guerra): e alle scale 1:100.000 in tre distinte edizioni (in un solo colore, in tre e in quattro colori, oltre a vari fogli speciali d’insieme per alcune aree di specifico interesse), 1:50.000 in fogli d’insieme (in un solo colore e policromi), 1:25.000 (in nero ed eccezionalmente policrome) e 1:10.000 (a 3 colori)⁸¹.

Per avere un’idea della mole della produzione cartografica dell’Istituto Geografico Militare in quegli anni si può fare riferimento a quanto riportato da Attilio Mori in *La cartografia ufficiale in Italia e l’Istituto Geografico Militare* nel 1922, il quale riferisce che il numero delle carte spedite in zona di guerra raggiunse i 20 milioni di esemplari.

⁷⁹ Ivi.

⁸⁰ Ivi, s.p.; vedi anche: A. Vaccari, *L’immagine della Grande Guerra in Italia*, in «la Cartografia», n. 17, giugno 2008, p. 14.

⁸¹ A. Vaccari, *L’immagine della Grande Guerra in Italia*, in «la Cartografia», n. 17, giugno 2008, pp. 6-19.

Questo notevole sforzo si complica ulteriormente con l'insorgere di urgenti problemi, tra i quali l'esigenza di aggiornamento continuo delle carte, la creazione di nuove sempre più dettagliate e ultimo, ma non ultimo, l'individuazione di soluzioni immediate ai complessi problemi geodetici, derivanti dai limiti intrinseci della carta topografica e da quelli introdotti dall'impiego della *Spezial Karte der österreichisch-ungarischen Monarchie* alla scala 1:75.000 del *K.K. militär-geographisches Institut in Wien* per le operazioni nei territori oltre confine.

La soluzione consiste nell'adozione di un semplice algoritmo, basato sul principio della finestra di Viviani, e nella determinazione delle costanti di passaggio per unire il sistema geodetico italiano a quello austro-ungarico, al fine di consentire il calcolo degli elementi basilari per il tiro d'artiglieria e l'allestimento delle carte topografiche dei territori oltre la linea del fronte, a cui concorrono le Sezioni cartografiche d'armata e le Sezioni fotografiche, sulla base di informazioni desunte da foto aeree e da panorami telefotografici.

«Dagli osservatori in cui generalmente operano i fotografi non viene eseguita solo una singola fotografia, bensì ripreso l'intero arco orizzontale occupato dall'organizzazione difensiva austro-ungarica. I singoli scatti così ottenuti in seguito, dopo essere stati accostati gli uni agli altri, quasi sempre con delle striscioline di stoffa per poter rendere flessibile la giuntura, sono in grado di ricomporre e riportare il panorama antecedentemente fotografato e vengono poi incollati su del cartoncino, nonché dotati di un titolo.

Ad essere menzionati sono i principali settori fotografati, il tutto corredato da una legenda che riporta i principali toponimi, i centri abitati, l'andamento delle opposte linee di trincee, il luogo o l'osservatorio di esecuzione delle fotografie.

Tramite questo sistema i panorami fotografici costruiti raggiungono una considerevole lunghezza, così come nel caso dell'altopiano carsico, per i quali vengono eseguiti dei panorami che stesi superavano oltre due metri di lunghezza⁸²».

Le vedute panoramiche considerate come un ausilio allo «studio del terreno in aiuto delle carte topografiche», vengono quindi a sostituire il mezzo utilizzato precedentemente per ottenere i medesimi scopi, e cioè gli schizzi, con ovvio vantaggio nella fedeltà di riproduzione.

Nell'opuscolo *Norme tecniche e d'impiego del servizio fotografico terrestre ed aereo*, edito nel 1918, si rileva come il Comando Supremo, assegni una particolare importanza ai panorami nella guerra di montagna, dove «ogni pendio, ogni salto di roccia, ogni quota può avere un'importanza speciale [...]

⁸² T. Bertè, *La fotografia panoramica militare*, in *La montagna veneta. Foto panoramiche della grande Guerra 15- 18*, pp. 13-24.

le fotografie panoramiche serviranno sempre per individuare con la massima esattezza e senza equivoci i punti scelti per determinare operazioni, ad esempio: inizio delle gallerie di mina, impianto di nuovi osservatori, postazioni di batterie, ecc⁸³».

I panorami comprendenti zone assai ampie sono accompagnati da una carta con scala 1:100.000, sulla quale segnare «il punto di stazione e l'angolo abbracciato dal panorama»⁸⁴.



Figura 55.

La fotografia panoramica, necessaria a corredo delle telefotografie, permette di indicare sulla foto panoramica l'ubicazione del limitato campo compreso da queste ultime, a complemento della carta geografica in modo da poter studiare il terreno, quando le posizioni comprese nel panorama risultino facilmente individuabili.

Di qui la raccomandazione di «abbondare, per quanto possibile, nell'indicazione dei nomi dei monti, delle quote, delle valli, degli abitati, ecc. servendosi possibilmente di carte 1:25000. Occorre inoltre che sia ben fissata la posizione del punto di stazione riferendosi ai dati contenuti nella carta alla scala 1.100.000»⁸⁵.



Figura 56.

⁸³ Comando Supremo (a cura di), *Norme tecniche e d'impiego del servizio fotografico terrestre ed aereo*, 1918, p. 11.

⁸⁴ Ibidem, p. 8.

⁸⁵ Ibidem, p. 8.

I panorami ottenuti da fotografie di grande formato e di ottima qualità e stampate a contatto⁸⁶ di lastre negative, vengono poi incollate su un cartoncino e accostate le une alle altre in sequenza, curando con particolare attenzione la giunzione alle estremità, in modo da ottenere un ampio e dettagliato panorama. Ogni panorama ha un titolo, la posizione di esecuzione, una legenda con l'indicazione delle principali località e di tutti i punti notevoli rilevati durante le ricognizioni topografiche, quali campanili, villaggi, caschine isolate, cimiteri, boschi, avvallamenti di terreno o piccole alture, argini di fiumi, ponti, con lo scopo di trarne il massimo profitto in un'azione di guerra.

Spesso non portano alcuna informazione riguardante la data di esecuzione, tuttavia, da un attento esame del materiale si può inferire che le fotografie sono state eseguite dopo l'offensiva austro-ungarica e la successiva controffensiva italiana del maggio-giugno 1916.

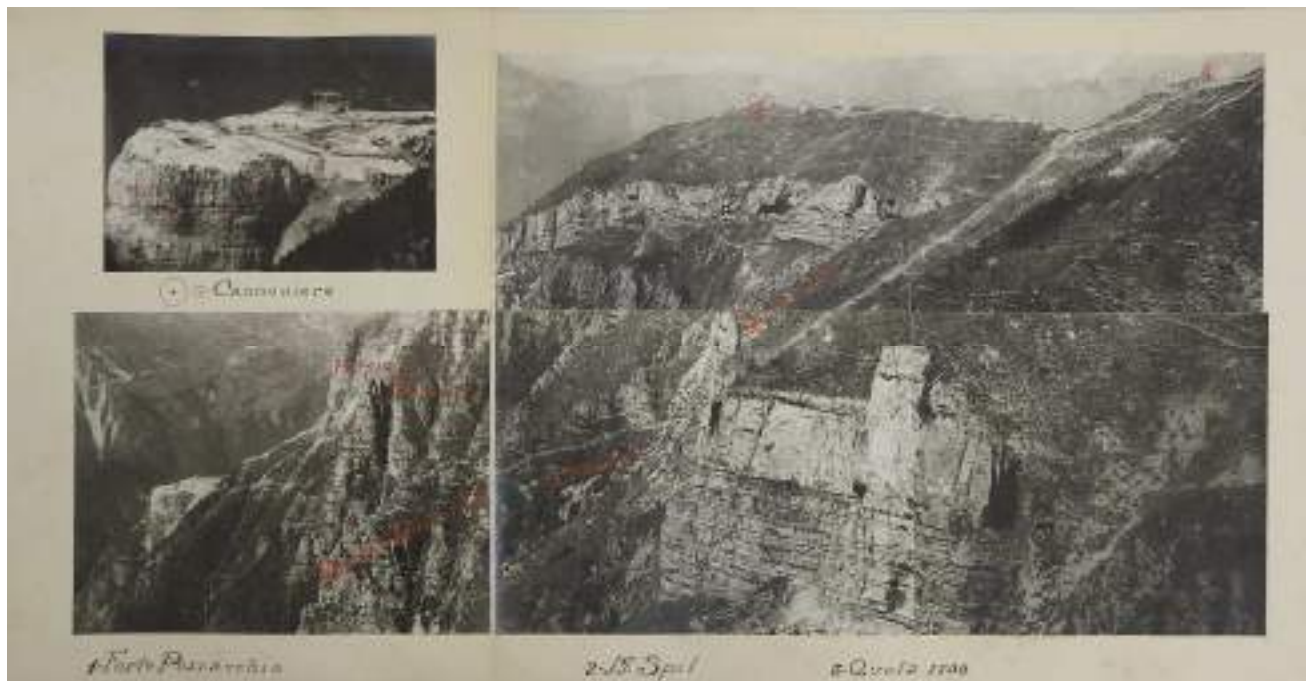


Figura 57.

⁸⁶ Stampare a contatto significa poggiare la negativa, lastra o pellicola, direttamente sulla carta fotografica da stampare ed esporla alla luce. Il positivo, o fotografia, così ottenuti avranno le stesse dimensioni del negativo ed un'alta definizione dei dettagli. Nel corso della Prima guerra mondiale si utilizzava questo procedimento perché le lastre negative erano di dimensioni ragguardevoli, 24 x 30 centimetri.

Referenze iconografiche

- Figura 1.** Piano Generale di Difesa dell'Italia secondo la Commissione Permanente (1871). (da Zanotti 1891, tav. 1).
- Figura 2.** Difesa territoriale dell'Italia (1871). (da Zanotti 1891, tav. 2).
- Figura 3.** Difesa dell'Italia peninsulare ed insulare (1871). (da Zanotti 1891, tav. 3).
- Figura 4.** Studio sulle fortificazioni, *Ricognizione di frontiera eseguita dal 2 Giugno 1875 al 2 Luglio dal maggior Comandante il 7° battaglione Alpino*, (ISCAG, CIAG, 1875).
- Figura 5.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale, Ricognizioni Topografico-militari: Forti di Landro, di Platzwiese e di Sixten*.
- Figura 6.** AUSSME, Scacchiere orientale, *Il forte di Predil* (schizzo).
- Figura 7.** AUSSME, Telefotografia: *Panorama della zona di Val Cismone e Passo di Rolle*.
- Figura 8.** AUSSME, Scacchiere orientale, *Studio dell'opera di Belvedere* (1912).
- Figura 9.** AUSSME, Fronte della 64° Divisione, disegno (24 sett. 1917)
- Figura 10.** AUSSME, Scacchiere orientale, Fortificazioni sulla frontiera orientale, Scala 1:500.000
- Figura 11.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, G. Gruppo Fortificato di Riva.
- Figura 12.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, G. Gruppo Fortificato di Monte Brione.
- Figura 13.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, G. Fortificato di Nago.
- Figura 14.** Mappa della val di Ledro e della piazzaforte di Riva del Garda, (da ÖStA, KA, Tiroler Sperren, Karton 53)
- Figura 15.** *Piano di fortificazione di Riva del Garda*, 1869. (da ÖStA, KA, Tiroler Sperren, Karton 53)
- Figura 16 e Figura 17.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, I. Piazza di Franzensfeste.
- Figura 18.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, B. Forte di Gomagoi.
- Figura 19.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, C. Gruppo Fortificato del Tonale, Forte Strino.
- Figura 20.** Progetto della fortificazione campale della Rocchetta, Grotta Dazi, Cima della Rocchetta, Grotta Dazi, Cima della Rocca, monte Capi e dello sbarramento del Ponale, *Projektsplan*, aprile 1914 (da ÖStA, KA, Tiroler Sperren, Karton 83).
- Figura 21 e Figura 22.** Tagliata stradale del Ponale, *Ponalestrassensperre* 1909 (da ÖStA, KA, Tiroler Sperren, Karton 51).
- Figura 23.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, C. Gruppo Fortificato del Tonale, Forte Strino.
- Figura 24.** Forte Strino (ISCAG, fototeca, a.1916).
- Figura 25.** Forte Strino (Foto dell'A., agosto 2016).
- Figura 26.** 1852. Schema con su indicati il raggio d'azione della batteria ovvero gli angoli di tiro, e quindi i settori di copertura garantiti dalla postazione di Strino (da ÖStA, KA, Tiroler Sperren, Karton 64).
- Figura 27.** 1882, Mappa oleata della situazione della Val di Strino (da ÖStA, KA, Tiroler Sperren, Karton 83).
- Figura 28.** 1882, Mappa oleata della commissione per l'individuazione del sito per il nuovo forte di complemento allo sbarramento di Strino. (da ÖStA, KA, Tiroler Sperren, Karton 83).
- Figura 29.** Forte Strino, (foto dell'A., agosto 2016).
- Figura 30.** Forte Strino. Dettaglio (foto dell'A., agosto 2016).
- Figure nn. 31-34.** Forte Strino, immagini dell'interno e del nuovo allestimento museale (foto dell'A., agosto 2016).
- Figura 35.** MSIGR, Forte Velon.
- Figura 36.** Forte Mero.
- Figura 37.** Forte Pozzi Alti o Presanella.
- Figura 38.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico militari*, P.O. Quadro d'insieme, sistema fortificato di Sexten, Landro e Plaetzwiese.
- Figura 39.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, O. Sistema fortificato di Sexten, Landro e Plaetzwiese, Fortificazione di Landro.
- Figura 40.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, O. Sistema fortificato di Sexten, Landro e Plaetzwiese, Forte di Plaetzwiese.

- Figura 41.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, P. Sistema fortificato di Sexten, Landro e Plaetzwiese, Forte Haidickt.
- Figura 42.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, P. Sistema fortificato di Sexten, Landro e Plaetzwiese, Forte Mitterberg.
- Figura 43.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, Q.R.S., Quadro d'insieme, sistema fortificato di Hensel o Malborgeth. Opera di sbarramento della Valle del Seebach e batteria del passo del Predil, chiusa di Flitch, Forti Predil ed Hermann e chiusa di Flitsch.
- Figura 44 e 45.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, S. Forti Predil ed Hermann e chiusa di Flitsch.
- Figura 46.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, R. Opera di sbarramento della Valle del Seebach e batteria del passo del Predil.
- Figura 47 e 48.** AUSSME, *Quaderni dello Scacchiere Orientale. Ricognizioni Topografico-militari*, Q. Forte Hensel o di Malborgeth.
- Figura 49.** Schio: opere militari italiane (in rosso) e austriache (in azzurro) (da Iscag, CT n. 13, Schio).
- Figura 50.** Monti Lessini: sistema difensivo dell'Adige e delle Prealpi vicentine (da Iscag 1).
- Figura 51.** Carta della Zona di Guerra: situazione e dislocazione Grandi Unità alla data del 17 novembre 1917 e 7 gennaio 1918 (da ISCAG 2).
- Figura 52.** Schieramento delle forze contrapposte alla sera del 9 novembre 1917 (da RAG 1928, vol. II, schizzo n. 1).
- Figura 53.** Quadro d'unione dei fogli della Carta d'Italia 1:100.000, tav. X. (da *Tavole dei segni convenzionali* [...], I.G.M. 1922).
- Figura 54.** Schema della Suddivisione del Foglio della carta d'Italia al 100.000 in Quadranti (1:50.000), Tavolette (1:25.000) e Sezioni (1:10.000). (da *Tavole dei segni convenzionali* [...], I.G.M. 1922).
- Figura 55.** AUSSME, Scacchiere Orientale, *Panorama dell'Altopiano di Tonezza visto da q. 1113 (Sud di Punta Corbin, giugno 1918)*
- Figura 56.** AUSSME, Scacchiere Orientale, *Panorama dell'alta Valle d'Astico visto da Cima Campolongo*, 1908.
- Figura 57.** AUSSME, Scacchiere Orientale, *Panorama della Vallarsa visto dal M. Corno di Vallarsa*, agosto 1908.

5. Il censimento dei forti italiani lungo il vecchio confine orientale

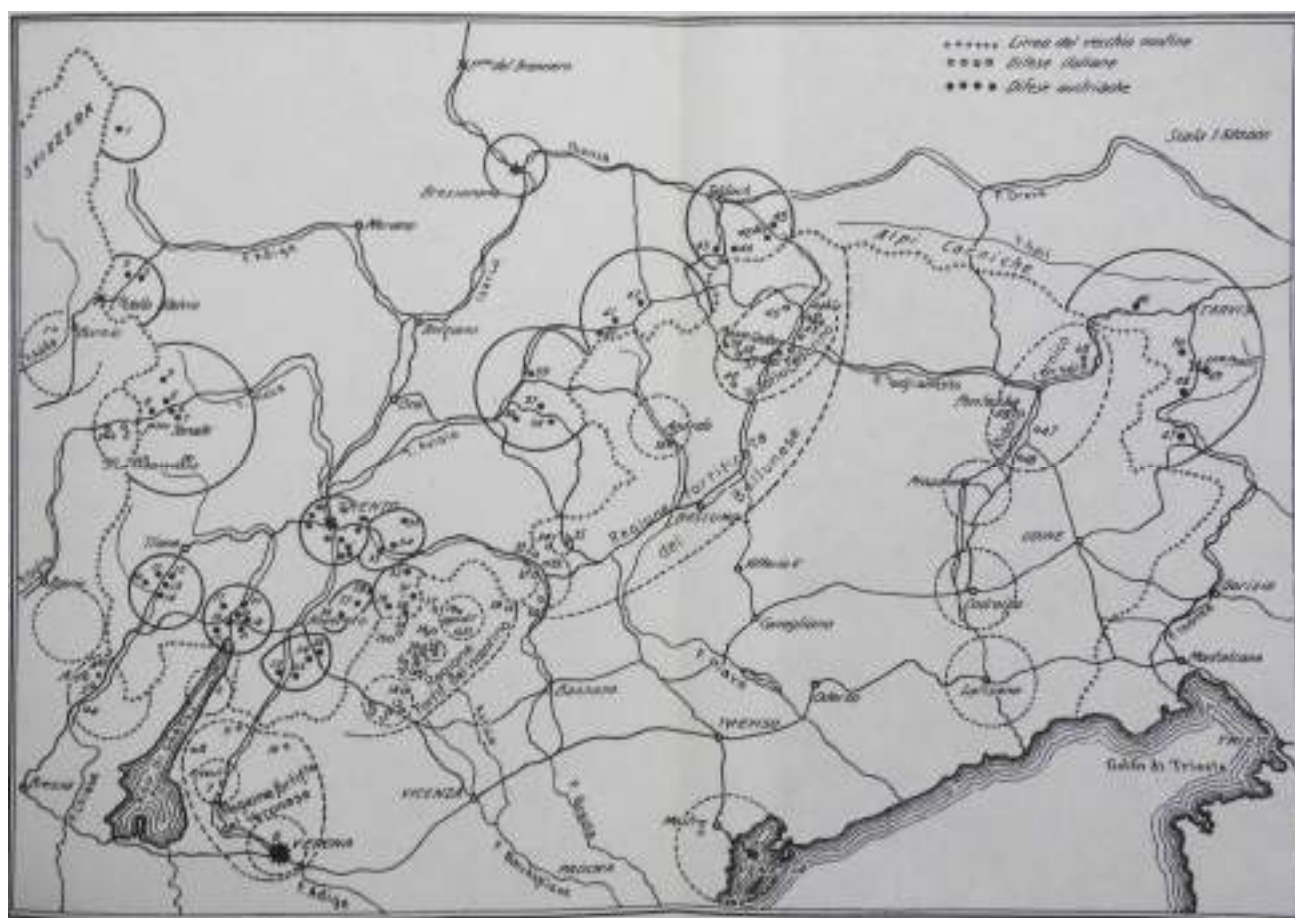


Figura 1. Difese permanenti italiane ed austriache sulla linea del vecchio confine (da Ministero della Guerra, Comando del corpo di Stato Maggiore. Ufficio Storico, *L'esercito italiano nella Grande Guerra (1915-1918)*, vol. 1, *Le forze belligeranti*, Roma 1927, al. n. 46-B)

Avvertenze

Nella schedatura dei forti italiani non è stata inserita la scheda sul forte Montecchio Nord poiché questo è situato a Nord-Est della stazione di Colico sul confine italo-svizzero. Per quanto attiene alle fortezze austroungariche della piazza di Verona, per le quali si rimanda al volume di F. Meneghelli, *Verona un territorio fortificato* (2011), in fase di schedatura viene presentato il materiale iconografico messo gentilmente a disposizione dal Museo Storico Italiano della Guerra (TN); le informazioni, la dove presenti, sono state condivise dall'architetto Meneghelli, a cui va il mio più sentito grazie.

Organizzazione difensiva permanente italiana ed ex austriaca

Difese permanenti italiane

Il programma di sistemazione difensiva della frontiera orientale, completato nel 1911 con l'organizzazione della zona corrispondente alle sorgenti del Torre e del Natisone, ebbe nel 1913 ulteriore perfezionamento.

«Nel maggio di detto anno la Commissione suprema mista per la difesa dello Stato, incaricata di stabilire un nuovo limitato programma che colmasse le deficienze ancora esistenti nella organizzazione difensiva in base ai bisogni immediati e più impellenti, si pronunziava per il completamento urgente dell'assetto del Cadore, che, già sbarrato in corrispondenza delle rotabili di Monte Croce di Comelico e di Valle Anziei, non era invece, se non in modo insufficiente, nelle valli del Cordevole e del Maè¹».

Allo scoppio della conflagrazione europea, 13 delle opere corazzate progettate sulla nostra frontiera orientale erano ancora incomplete: quella del Torano era ancora allo stato di progetto; quelle di bocchette di Naole, di Campomolon e di Monte Ritte erano in costruzione; quelle di Cornolò e Coldarco non erano armate; quelle di Montecchio Nord, dei canali in Val Poschiavino, di cima dell'Ora, di Monte Enna, di Monte Verena, di Monte Lisser e di Monte Tudajo erano in armamento. Nelle opere già ultimate vi erano comunque numerose mancanze, riguardanti specialmente l'armamento secondario. La zona maggiormente vulnerabile era nelle valli del Posina e dell'Astico, dove a causa della mancanza delle fortificazioni di Monte Campomolon e del Torano si rese necessario ricorrere a speciali provvedimenti. L'ordinamento difensivo della frontiera lungo l'ex confine austro-italiano, attuato secondo i criteri della fortificazione in montagna, ha risentito notevolmente delle limitate disponibilità finanziarie. Si provvide ad organizzare, tramite opere di sbarramento, i varchi importanti, e tramite baraccamenti (zone di ricovero e di agevolazione per le forze mobili), i passi secondari². L'Italia poteva contare sui forti di Punta Corbin, di Cima Campolongo, integrate dalle tre batterie del Novegno (Monte Rione, Vaccarezze e Pozzelunghe) e da quelle dell'Aralta e di Roccolo Bagattini.

¹Ministero della Guerra, Comando del corpo di Stato Maggiore. Ufficio Storico, *L'esercito italiano nella Grande Guerra (1915-1918)*, vol. 1, *Le forze belligeranti*, Roma 1927, p. 147.

² G. Cirincione, *Considerazioni e deduzioni tratte dal comportamento delle opere permanenti sulla fronte trentina durante la Grande Guerra*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1923, pp. 140-172. Si veda anche: Ministero della Guerra, Comando del corpo di Stato Maggiore. Ufficio Storico, *L'esercito italiano nella Grande Guerra (1915-1918)*, vol. 1, *Le forze belligeranti*, Roma 1927, pp. 147-152.

Le due linee Verena-Campolongo e Campomolon-Toraro vennero poi rafforzate con sei batterie di opici da 280, con trinceramenti e difese accessorie. Al 6 dicembre 1914 tutte le opere permanenti sulla frontiera nord-orientale erano ultimate, tranne quelle di Monte Torano, Monte Campomolo e Monte Ritte.

Così, si hanno (vedi fig. 1):

Zona dello Stelvio

1. Forte Dossaccio di Oga

Zona del Tonale

2. Forte Corno d'Aola
n. 2 batterie sul monte Prepazzone

Zona delle Giudicarie

3. Forte Rocca d'Anfo
4. Forte di Valledrane

Zona del Garda

5. Forte Cima Ora
6. Forte Trimelone

Zona del Veronese

7. Fortezze della piazza di Verona (au)
8. Sbarramento Rivoli (F. Monte-F. Ceraino-F. Rivoli-F. Masua- F. S. Marco - B. Incanal)
9. Forte Bocchetta di Naole
10. Forte Cimo Grande
11. Forte Monte Tesoro

Zona del Vicentino

12. Forte M. Maso
13. Forte Tagliata Bariola
14. Forte Monte Enna
15. Forte (B) Sojo Rotto*
16. Forte San Rocco*
17. Forte Cornolò*
18. Forte Tagliata di Val d'Assa*
19. Forte (Caserma difensiva) M Interrotto
20. Forte Casaratti

21. Forte (B) M. Rasta
22. Forte (B) di Canove
23. Forte Campomolon
24. Forte Punta Corbin
25. Forte Campolongo
26. Forte M. Verena
27. Forte M. Lisser

Zona del Bellunese

28. Forte Tombion
29. Forte (B) Coldarco
30. Forte Tagliata della Scala
31. Forte Cima di Campo
32. Forte Cima di Lan
33. Forte Tagliata del Covolo di S. Antonio
34. Forte Tagliata del sasso di S. Martino
35. Forte Vaccher (au)
36. Forte Tagliata di Venas
37. Forte Pian dell' Antro
38. Forte Monte Ritte
39. Forte Monte Ricco
40. Forte (B) del Castello
41. Forte M. Tudaio
42. Forte Col Piccolo
43. Forte Col Vidal

Zona della Carula

44. Forte Col Badin
45. Forte Ospedaletto
46. Forte Osoppo
47. Forte M. Festa

Legenda

(B) Batteria

? Dati non pervenuti

* Forti non più esistenti

(au) forti austroungarici

Archivio di Stato Austriaco/Österreichisches Staatsarchiv [d'ora in poi ÖStA], Archivio di guerra/
Kriegsarchiv

I Forti italiani sull'Arco alpino orientale
Schedatura





1. Forte Dossaccio di Oga



2. Forte Corno d'Aola



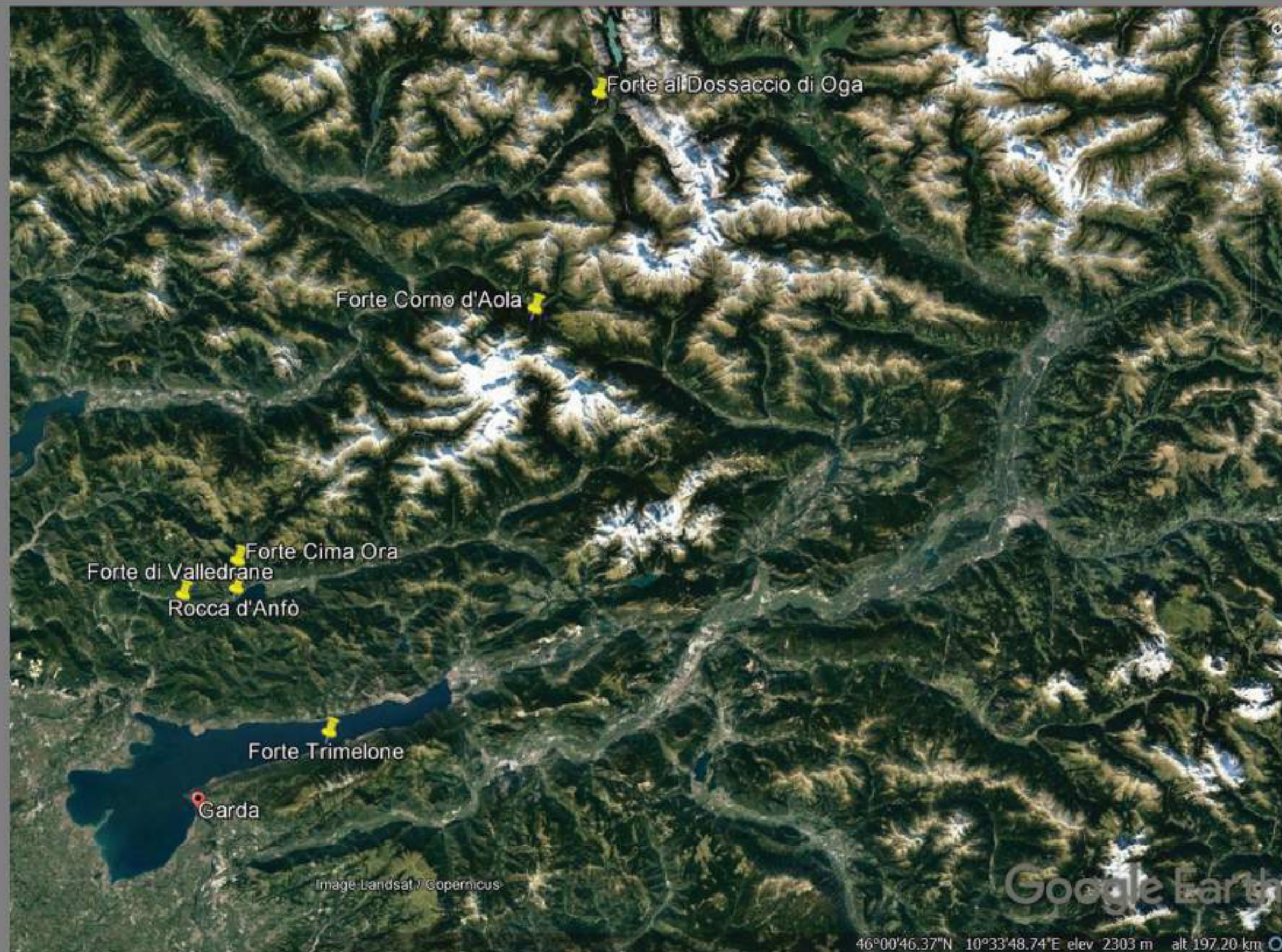
3. Forte Rocca d'Anfo



5. Forte Cima dell'Ora



6. Forte Trimelone



Zona dello Stelvio

1. Forte Dossaccio di Oga

Comune: Valdisotto (SO)

Data di costruzione: 1908-1912

Proprietà: Comune di Valdisotto

Latitudine:

46°28'5.89"N

Longitudine:

10°20'21.81"E

Armamento (*)

4 cannoni da 120 in cupola corazzata leggera tipo Amstrong G

4 mitragliatrici Gardner M. 1886

Descrizione

Stando a quanto scrive Alfredo Flocchini, l'11 aprile 1911 viene disposto di porre in opera il progetto tecnico-esecutivo per erigere il forte Dossaccio, cui qualche giorno dopo viene destinata dal Ministero della Guerra una somma iniziale di lire 510.000¹.

I criteri costruttivi che informano il Dossaccio sono ispirati alle soluzioni codificate da Enrico Rocchi². Il corpo principale consta di un massiccio parallelepipedo in calcestruzzo cementizio sviluppato in larghezza, organizzato su due piani, all'interno dei quali sono ospitati i locali di servizio (dormitori, infermeria, cucine e il generatore elettrico), le riserve per il deposito delle munizioni e i pozzi, in cui sono installate le artiglierie. Per la costruzione vengono impiegati sabbia e granito provenienti dalla Val Cadolena, trasportati nelle vicinanze dell'opera grazie ad una *decauville* che attraversa il Piano de li Sera, e il serizzo di Grosio³. Le bocche da fuoco sono montate su installazioni in pozzi del tipo Armstrong, disposte in linea retta⁴. A completare l'opera vi sono inoltre un ponte mobile d'accesso all'opera, battuto con tiri di fucileria attraverso quattro feritoie praticate nel muro d'ambito, una cancellata tipo belga, una banchina con parapetto sul ciglio del muro di controscarpa del fosso, per battere con tiri di fucileria il pendio antistante, e infine due strisce di reticolato poste rispettivamente sul fondo del fossato e sullo spalto⁵.

¹ A. Flocchini, *Il forte di Oga*, in «Militaria. Il mensile del collezionista», a. 2, n. 7, gennaio 1994, p. 12.

² E. Rocchi, *La fortificazione di montagna*, Roma 1898. Sulla figura del generale: L. Malatesta, *Gli studi del generale Enrico Rocchi e il suo modello costruttivo*, in «Castellum», n. 44, 2002, pp. 29-38.

³ S. Zazzi, *Il Forte di Oga*, in «Notiziario della Banca Popolare di Sondrio», n. 35, agosto 1984, pp. 41-45.

⁴ Diversi i criteri cui furono improntate le fortificazioni austriache, aspetti tecnico costruttivi e principi di utilizzazione delle opere. A tal riguardo si legga G. Cirincione, *Considerazioni e deduzioni tratte dal comportamento delle opere permanenti sulla fronte trentina durante la grande guerra*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, maggio 1923, pp. 140-172.

⁵ AUSSME, F2, Carteggio Sussidiario armate, b. 201, Comando del Genio della VII Armata, *Raccolta di dati riguardanti i forti e le opere permanenti esistenti nella zona, predisposti prima della dichiarazione di guerra*.

Come documentato nel resoconto del colonnello Traniello datato dicembre 1913, la costruzione è terminata ma non i lavori per impianto elettrogeno ed armamento⁶.

Finita la Prima guerra mondiale il Forte diventa proprietà della Guardia di Finanza e nel 1935 viene aggiunta la “Casermetta”, in una baita di pietra vicino all’ingresso. Dopo pochi anni ospiterà una compagnia di artiglieri.

Stato di conservazione

Smantellato negli anni 50, recentemente restaurato ed aperto al pubblico. Vi è ospitata una mostra fotografica sulla Prima guerra mondiale ed è vicino alla riserva naturale del Paluaccio.

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/Sondrio/Dossaccio.html>

29/08/2018

Bibliografia

- L. Malatesta, *Gli studi del generale Enrico Rocchi e il suo modello costruttivo*, in «Castellum», n. 44, 2002, pp. 29-38.
A. Flocchini, *Il forte di Oga*, in «Militaria. Il mensile del collezionista», a. 2, n. 7, gennaio 1994, pp. 13-14.
S. Zazzi, *Il Forte di Oga*, in «Notiziario della Banca Popolare di Sondrio», n. 35, agosto 1984, pp. 41-45.
G. Cirincione, *Considerazioni e deduzioni tratte dal comportamento delle opere permanenti sulla fronte trentina durante la grande guerra*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, maggio 1923, pp. 140-172.
E. Rocchi, *La fortificazione di montagna*, Roma 1898.
S. Papetti, *Le ragioni di un forte. Il Dossaccio di Oga*, sl., sd., pp. 2-31.
(Consultabile al sito <http://www.fortedioga.it/wp-content/uploads/2015/05/TestoOgaDef-1.pdf>)

Fonti Archivistiche

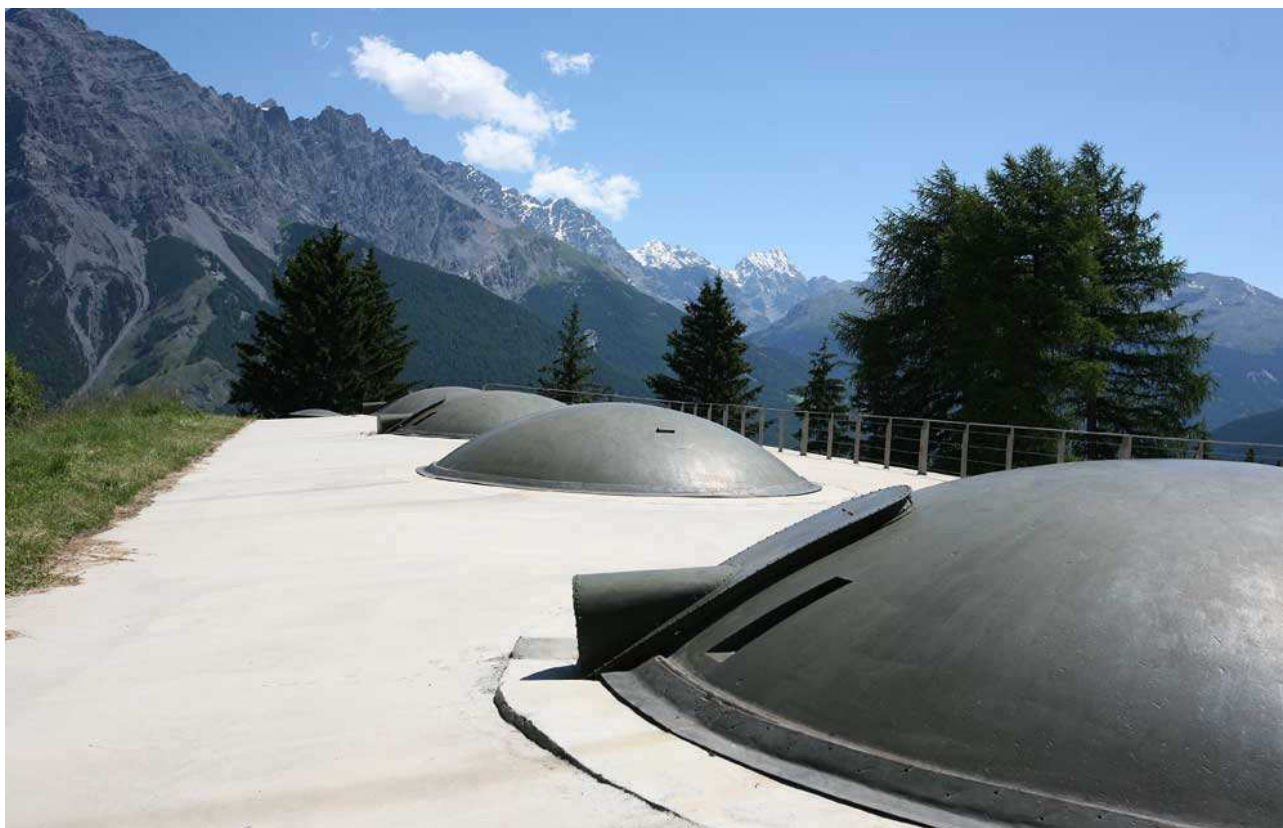
Archivio Ufficio Storico dello Stato Maggiore Esercito [d’ora in poi AUSSME], F2, Carteggio Sussidiario armate, b. 201, Comando del Genio della VII Armata, *Raccolta di dati riguardanti i forti e le opere permanenti esistenti nella zona, predisposti prima della dichiarazione di guerra*.
AUSSME, E1, Carteggio sussidiario armate, b. 2, colonnello V. Traniello, capo ufficio del Comando del Corpo di Stato Maggiore, *Notizie circa i lavori di difesa permanente eseguiti o compiuti nell’anno 1913*, Roma, 10 dicembre 1913. Documento consegnato *brevi manu* dal generale Pollio al generale Zuccari il 20 dicembre 1913

Sitografia (consultata il 29/08/2018)

<http://www.fortificazioni.net/Sondrio/Dossaccio.html>

<http://www.fortedioga.it/>

⁶ AUSSME, E1, Carteggio sussidiario armate, b. 2, colonnello V. Traniello, capo ufficio del Comando del Corpo di Stato Maggiore, *Notizie circa i lavori di difesa permanente eseguiti o compiuti nell’anno 1913*, Roma, 10 dicembre 1913. Documento consegnato *brevi manu* dal generale Pollio al generale Zuccari il 20 dicembre 1913



Cupole corazzate



Torretta di mitraglia

Zona del Tonale

2. Forte Corno d'Aola

Comune: Ponte di Legno (BS)

Data di costruzione: 1900 - 1913

Proprietà: Demanio dello Stato

Latitudine:

46°14'31.18" N

Longitudine:

10°31'7.44" E

Armamento (*)

6 cannoni da 149 A in cupole corazzate girevoli

Descrizione

Dalle prime considerazioni espresse in merito alla struttura difensiva dell'Alta Valle Camonica del 1882 si giunge, dopo ventott'anni, alla definitiva convinzione circa l'opportunità di costruire l'opera fortificata di Corno d'Aola.

Il progetto, particolareggiato per i lavori preliminari dell'opera di Corno d'Aola, viene inviato dall'Ispettorato Generale del genio in data 5 marzo 1910.

Il Forte del Corno d'Aola è situato a 1900 m d'altitudine sul Dosso Prepazzone, sul contrafforte che s'innalza verso la cima del Corno dell'Aola. È stato edificato tra 1909 e 1913, ma già nel maggio 1904 il Consiglio Comunale di Ponte di Legno deliberava la concessione gratuita, a favore del Comando del Corpo di Stato Maggiore - Ufficio Difesa dello Stato, di tutti i terreni necessari alla costruzione della strada militare Ponte di Legno-Valbione - Dosso Prepazzone - Corno d'Aola, nonché dei terreni occorrenti alla realizzazione del Forte.

Si colloca in posizione dominante sulla prospiciente sella del Tonale e quindi strategicamente importante per la difesa delle posizioni avanzate del passo, dov'è attestata la prima linea del sistema difensivo italiano. Si tratta dell'unica difesa fortificata italiana che si contrapposta ai cinque forti austriaci piazzati a valle del Passo. Gli obiettivi di fuoco principali di tale opera sono il controllo della strada proveniente da Vermiglio e i forti austriaci dell'alta Val di Sole, nonché la possibilità di interdire il passaggio sulla rotabile del Tonale e le eventuali provenienze dalla Val di Viso e dal Passo del Gavia.

Il 13 dicembre 1913 il Forte risulta armato con sei cannoni da 149 A, con installazioni in pozzo tipo Armstrong, protetti da cupola pesante in acciaio, costruiti nelle officine di Napoli Pozzuoli, e collaudati al tiro.

Il materiale per la sua costruzione è prelevato nella conca di Pozzuolo e portato sul posto mediante una *decauville* seguendo a mezza costa i fianchi della montagna, sulla destra orografica della Val Seria.

La muratura in cemento rivolta verso il Tonale, in corrispondenza delle terrazze a nord, presenta uno spessore superiore rispetto al resto del Forte che ha il vantaggio di essere maggiormente protetto dal crinale della montagna.

Disposto su tre terrazze, a differenza della gran parte dei forti italiani con andamento lineare, il Forte si costituisce di un massiccio murale lungo 115 metri, largo 15 e alto da 4 a 8 metri. Due serbatoi d'acqua, della capacità di circa 60 mc, vengono collocati sotto il pavimento da cui attingere in caso di impossibilità di approvvigionamento della stessa.

L'acqua è prelevata nella conca di Pozzuolo, munita per questo di due vasche di accumulo, oggi ancora visibili, e trasportata al Forte mediante tubazione in ferro che seguiva lo stesso percorso della *decauville*.

Era dotato di generatori elettrici, di impianto d'aria compressa per l'espulsione dei gas di scoppio dei proietti, di impianto di ventilazione e di riscaldamento in alcuni vani.

Sulla destra della fortificazione, verso sud, viene realizzata una lunga galleria destinata a ospitare il deposito munizioni; da qui i proiettili e le cariche di lancio vengono trasportati ai pezzi mediante appositi carrelli su rotaia in uno stretto corridoio lungo tutta la parte a ovest del complesso fortificato.

Sul fronte, in direzione del Tonale, è dotato di una striscia di reticolati profonda 10 metri. Sui fianchi e alla gola, cioè verso ovest, la difesa accessoria è costituita da una robusta cancellata in ferro (tipo Deguise), alta 2,50 metri collegata alla corrente elettrica a protezione in caso di eventuali assalti nemici.

Due mitragliatrici, in caponiera muraria, fiancheggiano il lato della gola e battono gli accessi a tergo dell'opera. Il forte viene inoltre tinteggiato di color verde muschio per mimetizzarlo con l'ambiente circostante e non essere avvistato in caso di incursioni aeree nemiche. Un ulteriore accorgimento, ai fini dell'occultamento, è stato quello di distribuire delle frasche di abete su tutta la copertura e maggiormente in corrispondenza delle cupole corazzate.

Terminata la guerra il Forte viene abbandonato e solo nel 1927 viene riabilitato all'uso, quando, il Ministero della Difesa lo concede in affitto al commendatore Emilio Antonioli di Manerbio per effettuare una colonia estiva per i dipendenti del lanificio Marzotto.

Stato di conservazione

Distrutto dai tedeschi durante la ritirata nel 1945, oggi, a distanza di cento anni dalla sua costruzione, dell'unico forte italiano dell'Alta Valle Camonica non restano che pochi ruderi del grande muraglione prospiciente il Tonale, testimoni ora pacifici delle grandi battaglie della Guerra Bianca.

Note

(*) http://www.fortificazioni.net/Brescia/corno_daola.html

29/08/2018

Bibliografia

V. Martinelli, *Guerra alpina sull'Adamello 1915-1917*, Bolzano 1996, p. 129.

W. Belotti, *I sistemi difensivi e le grandi opere fortificate in Lombardia tra l'Età moderna e la Grande Guerra. Le batterie corazzate*, Brescia 2009.

Sitografia (consultata il 29/08/2018)

http://www.fortificazioni.net/Brescia/corno_daola.html



Forte Corno d'Aola (immagine da MSIGR).

Zona delle Giudicarie

3. Forte Rocca d'Anfo

Comune: Anfò (BS)

Data di costruzione: XVIII – XIX secolo

Proprietà: Demanio dello Stato

Latitudine:

45°46'20.75"N

Longitudine:

10°30'0.95"E

Armamento

11 cannoni da 15GRG Ret; 4 cannoni da 12 GRG Ret. in casamatta; 3 obici da 15 GR Ret.; 6 mortai da 15 GR Ret.; 11 cannoni da 12 GR in casamatta; 8 cannoni da 12 B Ret.; 8 cannoni da 9 BR Ret.; 4 Cannoni da 7 BR Ret. da montagna.

Descrizione (*)

La fortificazione montana “Rocca d'Anfo” è situata pressappoco sulla metà della riva occidentale del lago di Idro e costruita sui pendii rocciosi del monte Censo; ostacola l'avanzamento dalle Giudicarie e dalla Valle di Ledro attraverso la Val Buona verso la val Sabbia e blocca così le comunicazioni principali più a sud presso Vestone a Nozza.

Le fortificazioni circondano a largo raggio un settore triangolare, la cui base si trova sulla parte occidentale del lago di Idro, mentre la punta è contrassegnata da una torre d'osservazione isolata collocata sulla cima rocciosa.

L'interno è sbarrato in parte da erte pareti rocciose ed in parte da mura a feritoia.

Il complesso di Rocca d'Anfò consta di due parti: una “vera e propria Rocca d'Anfo” al fronte nord e una “Rocca Vecchia” a sud.

Le strutture sono comunque simili: si tratta di costruzioni di casamatte a prova di bomba, le cui mura hanno spessore variabile da 2,50 – 3,00 metri, rivestite da pietra da taglio in granito sulle parti esposte, coperte da volte a botte in mattoni. Verso la linea austriaca, le casamatte per l'artiglieria sono poste su basamenti alti per far sì che le feritoie si trovino a 4 -6 metri sopra il terreno naturale.

I fianchi sono stati predisposti in parte per la difesa di artiglieria ed in parte per la difesa da fanteria. Immediatamente nella parte posteriore, ben protetto contro il fuoco frontale, si trovano i locali adibiti ad abitazione e a deposito, cosicché ogni fabbricato è da ritenersi attrezzato sufficientemente per la difesa autonoma.

Rocca d'Anfo (fronte nord):

1. batteria Sostituta, 2. batteria Tirolese, 3. batteria Rolando, 4. batteria Belvedere, 5. caserma con batteria e settore di trincea, 6. lunetta con settore trincea da ambo le parti.

Batteria “Rocca Vecchia” (fronte sud):

1 batteria Idro, 2. Batteria Veneta, 3. Casa di guardia con la doppia caponiera;

I collegamenti sotto le diverse strutture avvengono in parte per mezzo di scalini in pietra e in parte attraverso rampe le cui mura di parapetto sono spesso attrezzate per la difesa da fanteria.

A livelli diversi tra di loro e scavati nella roccia, dovrebbero trovarsi locali per alloggiamento e per deposito come pure magazzini per munizioni. I locali alla prova destinati per alloggio di truppa sono i ricoveri delle varie Batterie i quali hanno complessivamente la capacità di 326 uomini.

Verso la linea austriaca, le casamatte per l'artiglieria sono poste su basamenti alti per far sì che le feritoie si trovino a 4 -6 metri sopra il terreno naturale.

I fianchi sono stati predisposti in parte per la difesa di artiglieria ed in parte per la difesa da fanteria. Immediatamente nella parte posteriore, ben protetto contro il fuoco frontale, si trovano i locali adibiti ad abitazione e a deposito, cosicché ogni fabbricato è da ritenersi attrezzato sufficientemente per la difesa autonoma.

A. Rocca d'Anfo (fronte nord):

1. batteria Sostituta, 2. batteria Tirolese, 3. batteria Rolando, 4. batteria Belvedere, 5. caserma con batteria e settore di trincea, 6. lunetta con settore trincea da ambo le parti.

B. Batteria "Rocca Vecchia" (fronte sud):

- 1 batteria Idro, 2. Batteria Veneta, 3. Casa di guardia con la doppia caponiera;

«I collegamenti sotto le diverse strutture avvengono in parte per mezzo di scalini in pietra e in parte attraverso rampe le cui mura di parapetto sono spesso attrezzate per la difesa da fanteria.

A livelli diversi tra di loro e scavati nella roccia, dovrebbero trovarsi locali per alloggiamento e per deposito come pure magazzini per munizioni.

I locali alla prova destinati per alloggio di truppa sono i ricoveri delle varie Batterie i quali hanno complessivamente la capacità di 326 uomini¹».

Stato di conservazione

Chiusa per restauri

Note

(*) ISCAG, Archivio Storico, Fortificazioni, *Rocca d'Anfo 1887*, b. 57, fasc. 1: *Monografia della Fortezza di Rocca d'Anfo*.

(**) Le informazioni sono interamente tratte da:

ÖStA, Kriegsarchiv, *Quaderno della "Rocca d'Anfo". Descrizione dettagliata di fortificazione della Rocca d'Anfò*, Vienna 1888

Bibliografia

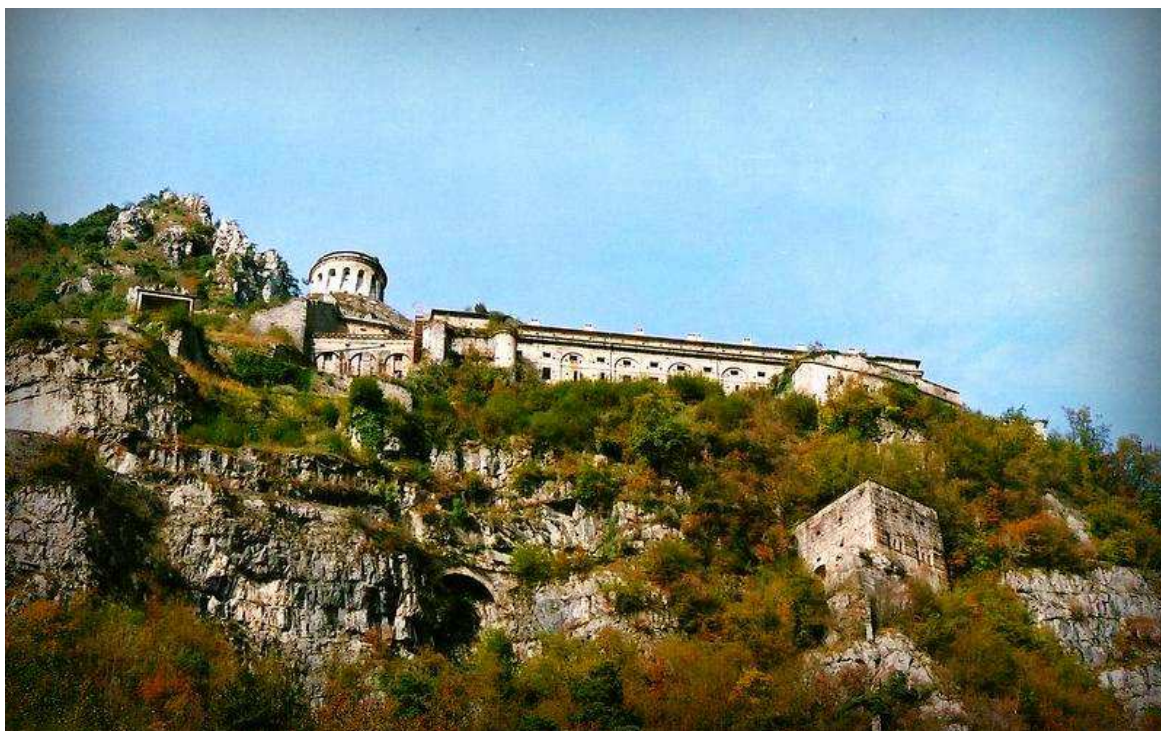
F. Conti, V. Hybsch, Vincenti A, *I castelli della Lombardia*, vol. IV, Novara 1993.

P. Prost, *Rocca d'Anfò, La fortezza incompiuta*, Milano 1989.

Sitografia (consultata il 29/08/2018)

<http://www.lombardiabeniculturali.it/architetture/schede/1A060-00192/>

¹ ISCAG, Archivio Storico, Fortificazioni, *Rocca d'Anfo 1887*, b. 57, fasc. 1: *Monografia della Fortezza di Rocca d'Anfo*



Vista della Rocca d'Anfo.



Pianta della Rocca d'Anfo (da ISGAG, CIAG, b. sn. Fasc. 1)

Zona delle Giudicarie

4. Forte Valledrane

Comune: Treviso di Bresciano (BS)

Data di costruzione: 1908 - 1912

Proprietà: ?

Latitudine:

45°43'27.17"N

Longitudine:

10°26'43.58"E

Armamento (*)

6 cannoni da 149 A in cupole girevoli

Descrizione

Il Forte è stato costruito sul culmine di Cima Valledrane a 835 metri d'altezza.

I suoi obiettivi vanno dall'intera estensione del Lago d'Idro alle alture fra Capovalle e la Valvestino, lungo il confine italo-austriaco e la prima linea del fronte delle Giudicarie.

I suoi cannoni sono più volte intervenuti, nei primi giorni di guerra; ma anche per quest'opera si è profilato un destino comune ad altre, venendo disarmata.

Si tratta di una tipica batteria corazzata tipo Rocchi organizzata su quattro distinti dislivelli, in uno spazio a forma rettangolo-romboidale con i lati rispettivamente di 124 e 85 metri.

La batteria è completamente chiusa da una cortina muraria alta dai 4 ai 6 metri, ed è ulteriormente protetta da una fascia di reticolati profonda 10 metri.

Il manufatto è costituito da una struttura in pietra e calcestruzzo non armato lunga metri 126, larga da metri 12 a metri 22, alta da metri 5,50 a metri 9, con la batteria disposta su 3 gradoni. Su ogni gradone esistono 2 pozzi per installazione da 149 Armstrong. Le cupole non sono quindi disposte sullo stesso piano ma a gruppi di due, su tre terrazze a piani sfalsati. Il particolare della batteria su gradoni è la caratteristica più interessante di questa costruzione che la differenzia dagli altri 40 circa costruiti all'epoca; infatti risulta adottata solo in questo forte e in quello di Corno d'Aola.

La disposizione è degradante verso occidente per permettere una maggiore azione di fuoco verso il fianco destro, dove era ritenuto più possibile un attacco, essendo il terreno più praticabile che sul lato sinistro.

La capitale (linea verticale perpendicolare all'asse della batteria) è diretta verso Monte Manos e presenta un settore di tiro frontale di 80° per lato, dal Monte Paghera sopra Anfo al Monte Spino, comprendente tutti gli obiettivi principali, verso il quale avevano azione tutte le 6 bocche da fuoco.

L'opera aveva poi un'azione di 360°.

Sul primo livello è distribuito, su due piani, lo spazio destinato agli alloggiamenti, lungo 48 metri e largo 12; sugli altre tre livelli, distinti e diseguali, è collocato il blocco batterie con dimensioni di circa 80 metri di lunghezza e 19-21-22 di larghezza, anch'esso a due piani.

Sul lato nord, esterno al blocco batterie, ma all'interno delle mura difensive, è collocata la polveriera costituita da tre spazi separati.

L'ingresso, possibile per mezzo di un ponte scorrevole, viene difeso da una mitragliatrice collocata nell'avancorpo e da 7 feritoie per fucileria sistemate nel corridoio, lungo il fianco destro, capaci di battere oltre all'ingresso dell'opera anche il terreno antistante.

La protezione della muratura è di circa 2,5 metri nella parte superiore, di 4 in quella frontale aumentata dalla presenza di roccia.

Il presidio è stato dotato di acqua potabile proveniente da una condotta collegata con la sorgente Glisenti, a nord-ovest del manufatto, convogliata da una cisterna situata una sessantina di metri più in basso del Forte e mandata in alto per mezzo di una pompa.

Ai piedi della Montagnola, più discosti dal fortilizio, sul suo lato ovest, erano collocati diversi fabbricati adibiti ad alloggio per gli ufficiali, ad alloggio per gli esterni, a magazzini e a stalle.

Stato di conservazione

Pur non avendo subito danni dovuti alla guerra presenta dei danni, dovuti per lo più all'opera dei recuperanti.

Mancano quasi tutte le scale d'accesso al piano superiore e parte dello stesso piano. Lungo il perimetro si notano ancora due caponiere (una terza è stata demolita) con un fossato attorno.

Recentemente è stato fatto un lavoro di ripulitura dalla vegetazione e si può visitare (con molta attenzione) sia all'interno che all'esterno.

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/Brescia/Valledrana.html>

29/08/2018

Bibliografia

W. Belotti, *I sistemi difensivi e le grandi opere fortificate in Lombardia tra l'Età moderna e la Grande Guerra. Le batterie corazzate*, Brescia 2009.

Sitografia (consultata il 29/08/2018)

<http://www.fortificazioni.net/Brescia/Valledrana.html>



I resti del forte di Valledrane.

Zona del Garda

5. Forte Cima Ora

Comune: Anfo (BS)

Data di costruzione: 1913 - 1915

Proprietà: Demanio dello Stato.

Latitudine:

45°47'50.58"N

Longitudine:

10°28'8.87"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149 A in cupola corazzata Amstrong

Descrizione

Il Forte di Cima Ora è posto al colmo di quota 1.548 m, immediatamente a nord della vetta da cui prende il nome. Si raggiunge tramite la strada militare che dal Passo del Marè, a sud della Cima, la aggira in piano per poi risalire con cinque tornanti.

Dalla sua posizione, il Forte domina, verso nord, Bagolino e, lato, l'Alta Valle del Caffaro fino al Passo del Termine e alle pendici di Monte Listino. Ma l'obiettivo primario della batteria corazzata è il blocco della Valle del Chiese, a monte del Lago d'Idro, in corrispondenza del posto di confine di Ponte Caffaro.

La costruzione è stata avviata nel 1913, e nel 1914 a guerra già scoppiata non risulta terminata ed è portata a compimento solo alla vigilia dell'entrata in guerra dell'Italia.

Il forte è una classica batteria corazzata tipo Rocchi armata con 4 cannoni da 149 A su affusto Armstrong.

Il corpo principale del forte, di 52 metri di lunghezza e 26 di larghezza, ha una struttura in calcestruzzo a forma di parallelepipedo ed è sviluppato su tre piani. Il piano superiore è percorso dal lungo corridoio che consente di accedere ai pozzi dove erano alloggiati i quattro cannoni da 149 A, posti su piattaforme girevoli e ospitati in cupole corazzate tipo Armstrong; questi sono fatti in modo da ruotare di 360 gradi intorno alla piattaforma e alla cupola, con un settore di tiro verticale da -8 a +42 gradi e una gittata massima intorno ai 13 Km. A fianco di ogni rampa di accesso ai pozzi erano collocate la riseretta per i cartocci e la riseretta per i proiettili. Il pozzo, del diametro interno di 4 metri, è dotato di 16 nicchie capaci di ospitare altrettanti proiettili da 149 mm, pronti per l'impiego. Sul lato sud sono state sistemate: le latrine (ufficiali e truppa), il locale accumulatori, il locale macchinario, il magazzino artiglieria e la camera di comando con il soprastante osservatorio corazzato. Al piano inferiore, oltre alla scala di accesso e al pianerottolo sono stati disposti: il corpo di guardia, il corridoio, il magazzino granate, il magazzino cartocci e il magazzino shrapnell.

Nel sotterraneo è sistemato il locale dei proiettili carichi raggiungibile con una larga scala. Poco distante dalla batteria, subito dopo il cancello d'entrata, è sistemata la polveriera. Il presidio attorno al Forte, collocato poco più in basso, è costituito da un fabbricato a due piani, posto a monte della strada di accesso. L'acqua necessaria viene captata da una sorgente presso la Cima Caldoline,

traportata per mezzo di condotte disposte lungo un percorso assai esteso e convogliata nella cisterna posizionata a lato del presidio, dotato di un'ideale rete di smaltimento delle acque sporche.

Stato di conservazione

Il forte è ormai in rovina.

Note

(*) http://www.fortificazioni.net/Brescia/cima_dellora.html

29/08/2018

Bibliografia

W. Belotti, *I sistemi difensivi e le grandi opere fortificate in Lombardia tra l'Età moderna e la Grande Guerra. Le batterie corazzate*, Brescia 2009.

Sitografia (consultata il 29/08/2018)

http://www.fortificazioni.net/Brescia/cima_dellora.html



Vista del tetto del forte.



Corridoio della batteria



I ruderi del forte.

Zona del Garda.

6. Forte Trimelone (Lago di Garda)

Comune: Brenzone (VR)

Data di costruzione: 1909-?

Proprietà: Pubblica (Comunale)

Latitudine:

45°43'51.22"N

Longitudine:

10°46'35.37"E

Armamento (*)

3 cannoni da 120 A

Descrizione ()**

Il forte Trimelone, fatto costruire nel 1909 di fronte a Malcesine, nel primo conflitto mondiale, ha rivestito l'importante ruolo di sentinella del lago di Garda, protetto su entrambe le sponde da numerose battaglie di cannoni. Sui caratteri tipologico-costruttivi del forte non si è riuscito a reperire alcuna informazione.

Stato di conservazione

A partire dagli anni Trenta, le strutture vengono utilizzate da un'impresa privata per lo scaricamento di materiale esplosivo di origine bellica. Una spaventosa deflagrazione, nella notte del 5 ottobre 1954, distrugge il corpo principale dell'opera e disperde nell'area limitrofa tonnellate di materiale esplosivo. In conseguenza di ciò le acque circostanti vengono interdette alla navigazione, alla balneazione ed alla pesca predisponendo l'area a lavori per la messa in sicurezza, avvenuti però con molta lentezza.

Attualmente le operazioni di bonifica sono completate per quanto riguarda la superficie ed i fondali fino ad una decina di metri di profondità ed hanno portato al ritrovamento di migliaia di ordigni, fra cui alcuni proiettili a caricamento speciale. Oggi sono ancora visibili i resti della caserma e del fortino.

La Società botanica italiana ha fatto dell'isola di Trimelone un'oasi ambientale, ha infatti classificato sull'isola pioppi, oleandri, seneci, sambuchi, rovi e vi trovano rifugio numerosi gabbiani e cormorani che qui nidificano in un'oasi di quiete, indisturbati. Una volta ultimati i lavori, potrebbe prendere avvio il progetto dell'amministrazione comunale di adibire l'isola a museo sulla Grande Guerra.

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/VERONA/Trimelone.htm>

28/08/2018

Bibliografia

(**) M. Peghini, *Itinerari al fronte. Sui sentieri della Grande Guerra*, Belluno 2015, p. 76-77.

Sitografia (consultata il 28/08/2018)

<http://www.fortificazioni.net/VERONA/Trimelone.htm>

<http://www.gardanotizie.it/la-storia-del-forte-dellisola-trimelone/>



Immagini dei resti del forte.

8. Zona del Veronese

Anche dopo il passaggio del Veneto all'Italia le difese della piazza di Verona e della valle dell'Adige vengono mantenute efficienti, sebbene con un armamento numericamente inferiore a quello austriaco.

Sostenitore della conservazione quasi integrale del sistema difensivo è il generale Piannel, stanziato molti anni a Verona prima al comando della divisione e poi del corpo d'armata territoriale. Egli ha ritenuto infatti che forti austriaci, opportunamente ammodernati ed integrati da nuove opere, fossero ancora validi sia sotto il profilo strategico che sotto quello tecnico.

La nuova sistemazione difensiva della valle dell'Adige, che ha preso il nome di sbarramento di Rivoli, viene attuata dal 1880 al 1885 allo scopo di rafforzare le difese austriache, carenti sulla destra dell'Adige.

Si modificano i forti di Rivoli e Ceraino, bisognosi di una diversa disposizione delle artiglierie dovuta all'inversione verso nord del fronte difensivo.

Tuttavia la nuova sistemazione di forte Monte non verrà mai attuata.

Vengono costruiti inoltre i forti San Marco e Masua e le batterie della Tagliata d'Icanal e la batteria bassa di Rivoli. Vicino Verona sono costruiti il forte Monte Castelletto, forte San Briccio, e la batteria Monticelli; per essi non si è fatto alcun ricorso all'armatura metallica.

Nonostante sia necessario proteggere i pezzi e i serventi dei tiri a Shrapnel, le artiglierie sono poste perlopiù in barbetta.

Per proteggere i serventi la strombatura esterna della cannoniera è stata costruita a gradini.

La nuova sistemazione difensiva della valle dell'Adige, che ha preso il nome di sbarramento di Rivoli, viene attuata dal 1880 al 1885 allo scopo di rafforzare le difese austriache, carenti sulla destra dell'Adige. Si modificano i forti di Rivoli e Ceraino, bisognosi di una diversa disposizione delle artiglierie dovuta all'inversione verso nord del fronte difensivo.

I forti Masua e S. Briccio, piuttosto simili, fanno parte del sistema poligonale.

Tutti e due hanno tracciato trapezoidale e sono circondati da un fosso difeso da caponiere e da un tamburo difensivo.

San Briccio fa parte dei "forti di tipo Tunkler o di "tipo Prussiano".

Le artiglierie sono sistemate in barbetta, in posizioni singole o accoppiate, separate fra loro da robuste traverse di protezione casamattate che fungevano da riserve e ricoveri.

Forte San Marco ha invece pianta e profilo irregolare a causa del contrafforte roccioso dove è inserito.

È un'opera di notevoli dimensioni, tagliata trasversalmente da un traversone e circondata da un fosso, difesa da mitragliere e fucileria che però lasciano scoperto il lato nord-est, a picco sulla Val d'Adige.

Le artiglierie, in relazione alla loro posizione, sono in casamatta od in barbetta.

La Tagliata d'Icanal è costituita dalla batteria bassa costruita, a scopo di sbarramento, a cavallo della strada di Canale e dalla batteria alta che integrava il fuoco della prima.

Anche la batteria bassa di Rivoli ha le artiglierie in barbetta.

Forte Castelletto è oggi in rovina; ha una pianta pentagonale irregolare, un fosso difeso da cofani controscarpa, armato con artiglierie in barbetta accoppiate e separate da traverse.

La batteria Monticelli, di cui nulla è rimasto, è stata costruita su forte San Briccio, ha pianta trapezoidale, è circondata da un fosso difeso da due cofani di controscarpa ed è dotata di paradorso. I suoi pezzi sono in barbetta, postazioni singole separate da traverse.

Il campo trincerato di Verona dopo l'importanza che ha avuto negli anni 80-90 dell'800, è stato declassato a difesa secondaria.

I forti del veronese, realizzati fra il 1904 e il 1913, vengono costruiti secondo i nuovi criteri: privi di postazioni in barbetta, i cui parapetti e traverse non costituiscono più una sufficiente difesa ai moderni proiettili e in particolare agli shrapnel.

Si realizzano quindi i forti Bocchetta di Naole e di Cimo Grande, si rimoderna il forte Masua e si completa lo sbarramento della Val d'Adige e di forte Monte Castelletto.

Le opere rimodernate, forte Masua e forte Monte Castelletto, mantengono sia il fosso che le difese.

Sono opere con artiglierie e pozzi coperti da cupole corazzate, ricavati in un banco continuo di calcestruzzo spesso circa 4 metri, con alterne riserve e gallerie longitudinali di servizio; circondate da un fosso con muro di controscarpa e da fasce di reticolato, fornite di mitragliatrici e fucilerie.

La facciata posteriore è scoperta e con finestre dalle imposte d'acciaio.

Le opere hanno una centrale elettrica, montacarichi, carrelli su binari e sistemi elettrici di ventilazione forzata; hanno anche serbatoi e cisterne per acqua potabile.

Le opere costruite agli inizi del Novecento hanno come punto debole la copertura a volte di cemento senza travi di sostegno. Mentre nei forti austriaci si usava il calcestruzzo armato e compresso, in quelle italiane generalmente veniva impiegato il calcestruzzo stratificato.

L'apparato iconografico è stato gentilmente messo a disposizione dal- l'Archivio di Stato, Kriegsarchiv di Vienna. *Fortifikatorische Detailbe- schreibung von Verona/Descrizione dettagliata delle fortificazioni di Verona*, Beilagen, Hof- und Staatsdruckerei, Wien 1899.

Plan der Stadt und der Haupt-Umfassung VON VERONA.



Legende

Bevez - Anlagen

Militär - Anlagen

1. Militär - Spital (in der Stadt)

2. " " " (in der Stadt)

3. " " " (in der Stadt)

4. " " " (in der Stadt)

5. " " " (in der Stadt)

6. " " " (in der Stadt)

7. " " " (in der Stadt)

8. " " " (in der Stadt)

9. " " " (in der Stadt)

10. " " " (in der Stadt)

11. " " " (in der Stadt)

12. " " " (in der Stadt)

13. " " " (in der Stadt)

14. " " " (in der Stadt)

15. " " " (in der Stadt)

16. " " " (in der Stadt)

17. " " " (in der Stadt)

18. " " " (in der Stadt)

19. " " " (in der Stadt)

20. " " " (in der Stadt)

21. " " " (in der Stadt)

22. " " " (in der Stadt)

23. " " " (in der Stadt)

24. " " " (in der Stadt)

25. " " " (in der Stadt)

26. " " " (in der Stadt)

27. " " " (in der Stadt)

28. " " " (in der Stadt)

29. " " " (in der Stadt)

30. " " " (in der Stadt)

31. " " " (in der Stadt)

32. " " " (in der Stadt)

33. " " " (in der Stadt)

34. " " " (in der Stadt)

35. " " " (in der Stadt)

36. " " " (in der Stadt)

37. " " " (in der Stadt)

38. " " " (in der Stadt)

39. " " " (in der Stadt)

40. " " " (in der Stadt)

41. " " " (in der Stadt)

42. " " " (in der Stadt)

43. " " " (in der Stadt)

44. " " " (in der Stadt)

45. " " " (in der Stadt)

46. " " " (in der Stadt)

47. " " " (in der Stadt)

48. " " " (in der Stadt)

49. " " " (in der Stadt)

50. " " " (in der Stadt)

51. " " " (in der Stadt)

52. " " " (in der Stadt)

53. " " " (in der Stadt)

54. " " " (in der Stadt)

55. " " " (in der Stadt)

Sonstige Gebäude

1. Sonstige Gebäude

2. " " "

3. " " "

4. " " "

5. " " "

6. " " "

7. " " "

8. " " "

9. " " "

10. " " "

11. " " "

12. " " "

13. " " "

14. " " "

15. " " "

16. " " "

17. " " "

18. " " "

19. " " "

20. " " "

21. " " "

22. " " "

23. " " "

24. " " "

25. " " "

26. " " "

27. " " "

28. " " "

29. " " "

30. " " "

31. " " "

32. " " "

33. " " "

34. " " "

35. " " "

36. " " "

37. " " "

38. " " "

39. " " "

40. " " "

41. " " "

42. " " "

43. " " "

44. " " "

45. " " "

46. " " "

47. " " "

48. " " "

49. " " "

50. " " "

51. " " "

52. " " "

53. " " "

54. " " "

55. " " "

Unterstände für Truppen

	Personen	Wohnraum	Ställe
1. Casernen	1000	1000	1000
2. " "	1000	1000	1000
3. " "	1000	1000	1000
4. " "	1000	1000	1000
5. " "	1000	1000	1000
6. " "	1000	1000	1000
7. " "	1000	1000	1000
8. " "	1000	1000	1000
9. " "	1000	1000	1000
10. " "	1000	1000	1000
11. " "	1000	1000	1000
12. " "	1000	1000	1000
13. " "	1000	1000	1000
14. " "	1000	1000	1000
15. " "	1000	1000	1000
16. " "	1000	1000	1000
17. " "	1000	1000	1000
18. " "	1000	1000	1000
19. " "	1000	1000	1000
20. " "	1000	1000	1000
21. " "	1000	1000	1000
22. " "	1000	1000	1000
23. " "	1000	1000	1000
24. " "	1000	1000	1000
25. " "	1000	1000	1000
26. " "	1000	1000	1000
27. " "	1000	1000	1000
28. " "	1000	1000	1000
29. " "	1000	1000	1000
30. " "	1000	1000	1000
31. " "	1000	1000	1000
32. " "	1000	1000	1000
33. " "	1000	1000	1000
34. " "	1000	1000	1000
35. " "	1000	1000	1000
36. " "	1000	1000	1000
37. " "	1000	1000	1000
38. " "	1000	1000	1000
39. " "	1000	1000	1000
40. " "	1000	1000	1000
41. " "	1000	1000	1000
42. " "	1000	1000	1000
43. " "	1000	1000	1000
44. " "	1000	1000	1000
45. " "	1000	1000	1000
46. " "	1000	1000	1000
47. " "	1000	1000	1000
48. " "	1000	1000	1000
49. " "	1000	1000	1000
50. " "	1000	1000	1000
51. " "	1000	1000	1000
52. " "	1000	1000	1000
53. " "	1000	1000	1000
54. " "	1000	1000	1000
55. " "	1000	1000	1000

1. Sonstige Gebäude
2. " " "
3. " " "
4. " " "
5. " " "
6. " " "
7. " " "
8. " " "
9. " " "
10. " " "
11. " " "
12. " " "
13. " " "
14. " " "
15. " " "
16. " " "
17. " " "
18. " " "
19. " " "
20. " " "
21. " " "
22. " " "
23. " " "
24. " " "
25. " " "
26. " " "
27. " " "
28. " " "
29. " " "
30. " " "
31. " " "
32. " " "
33. " " "
34. " " "
35. " " "
36. " " "
37. " " "
38. " " "
39. " " "
40. " " "
41. " " "
42. " " "
43. " " "
44. " " "
45. " " "
46. " " "
47. " " "
48. " " "
49. " " "
50. " " "
51. " " "
52. " " "
53. " " "
54. " " "
55. " " "

Flachierungs - Anlagen

1. Flachierungs - Anlagen

2. " " "

3. " " "

4. " " "

5. " " "

6. " " "

7. " " "

8. " " "

9. " " "

10. " " "

11. " " "

12. " " "

13. " " "

14. " " "

15. " " "

16. " " "

17. " " "

18. " " "

19. " " "

20. " " "

21. " " "

22. " " "

23. " " "

Flachierungs - Anlagen

1. Flachierungs - Anlagen

2. " " "

3. " " "

4. " " "

5. " " "

6. " " "

7. " " "

8. " " "

9. " " "

10. " " "

11. " " "

12. " " "

13. " " "

14. " " "

15. " " "

16. " " "

Flachierungs - Anlagen

1. Flachierungs - Anlagen

2. " " "

3. " " "

4. " " "

5. " " "

6. " " "

7. " " "

8. " " "

9. " " "

10. " " "

11. " " "

12. " " "

13. " " "

14. " " "

15. " " "

16. " " "



Zona del Veronese. Fortezze della piazza di Verona

7a. Forte Preara (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1859-1860

Proprietà: Comune di Verona

Latitudine

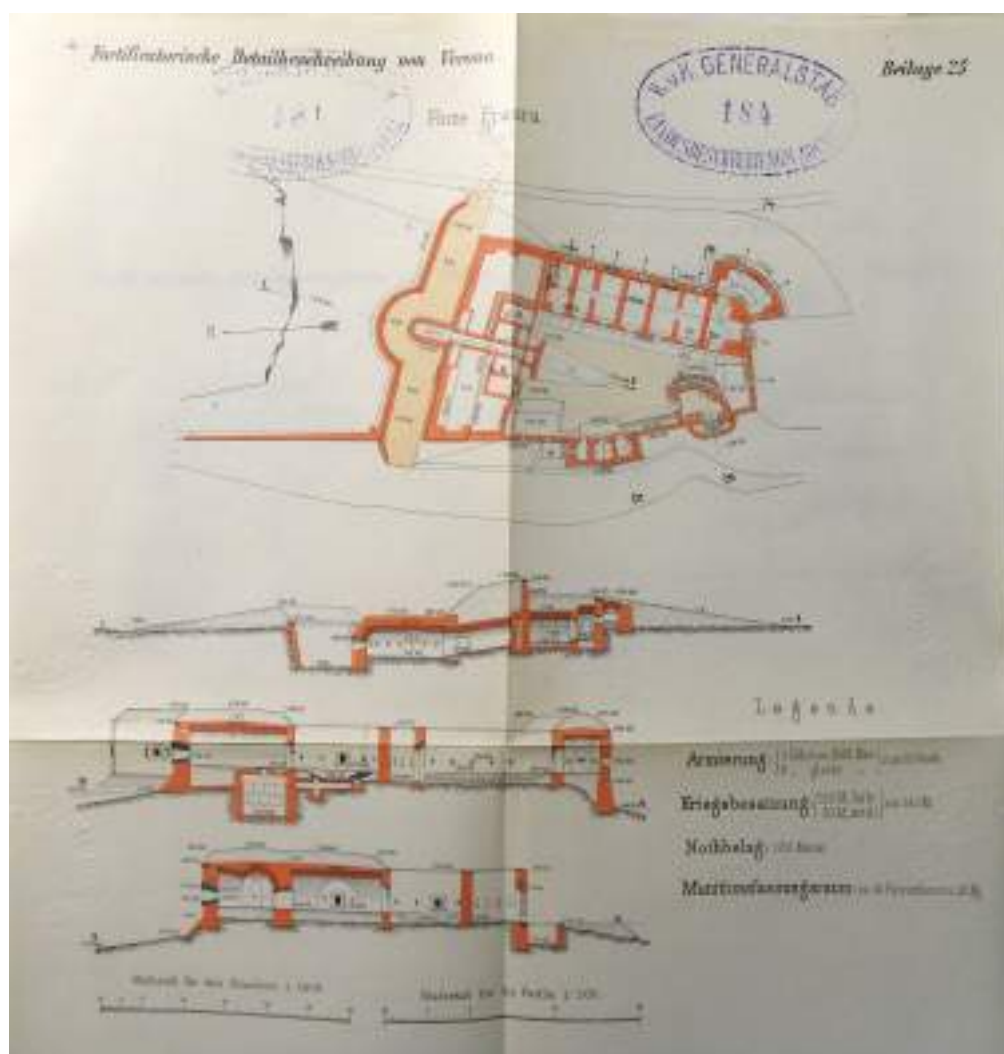
45° 27' 42,5" N

Longitudine

11° 02' 57,5" E

Stato di conservazione

Buono; visitabile.



7b. Forte Castell Montorio (au)

Comune: Verona (VR)**Data di costruzione:** 1859-1860

Proprietà: Comune di Verona

Latitude

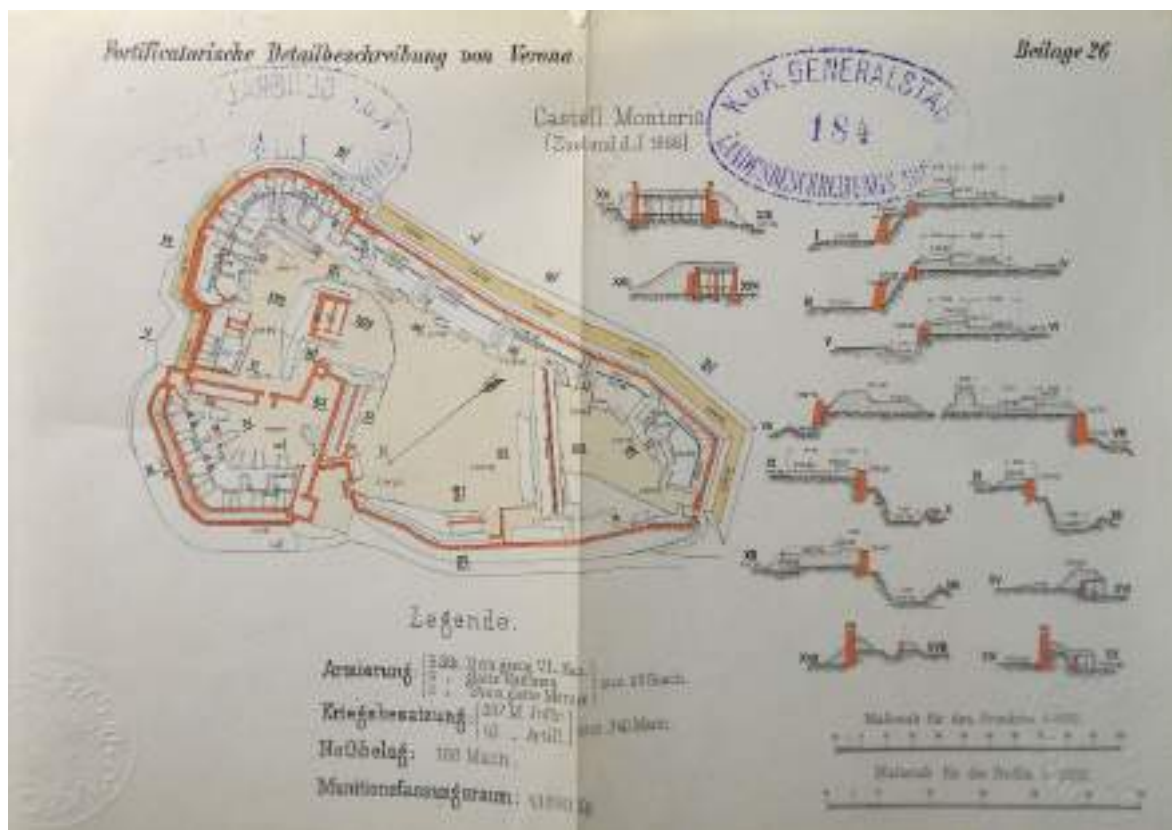
45° 27' 22,5" N

Longitudine

11° 03' 12,5" E

Stato di conservazione

Resti da restaurare; visitabile.



Zona del Veronese

7c. Forte Castelletto (au)

Comune: Verona (VR)**Data di costruzione:** 1889

Proprietà: Comune di Verona

Latitude

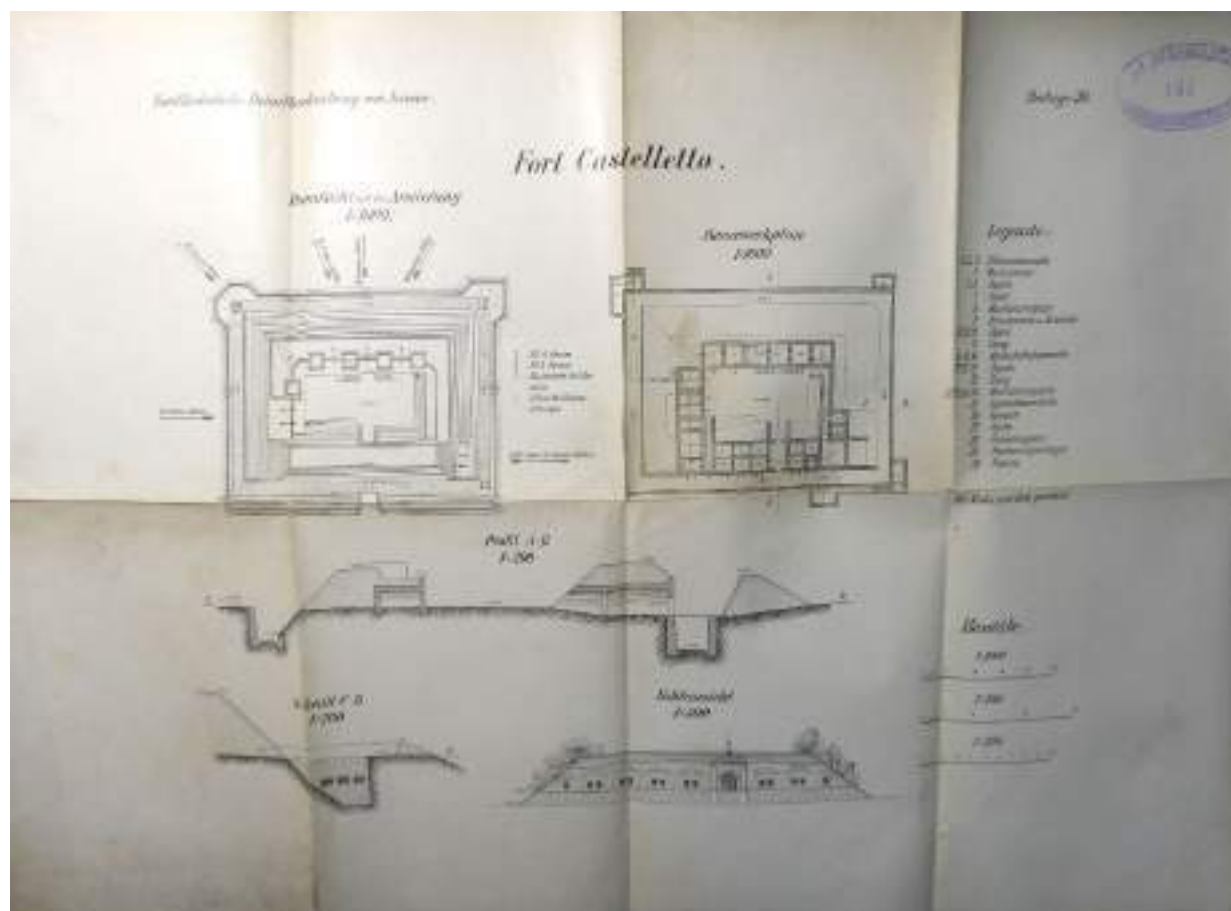
45° 31' 15,0" N

Longitudine

11° 05' 45" E

Stato di conservazione

Rudere



Zona del Veronese

7d. Forte San Michele (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1854-1856

Proprietà: Comune di Verona

Latitudine

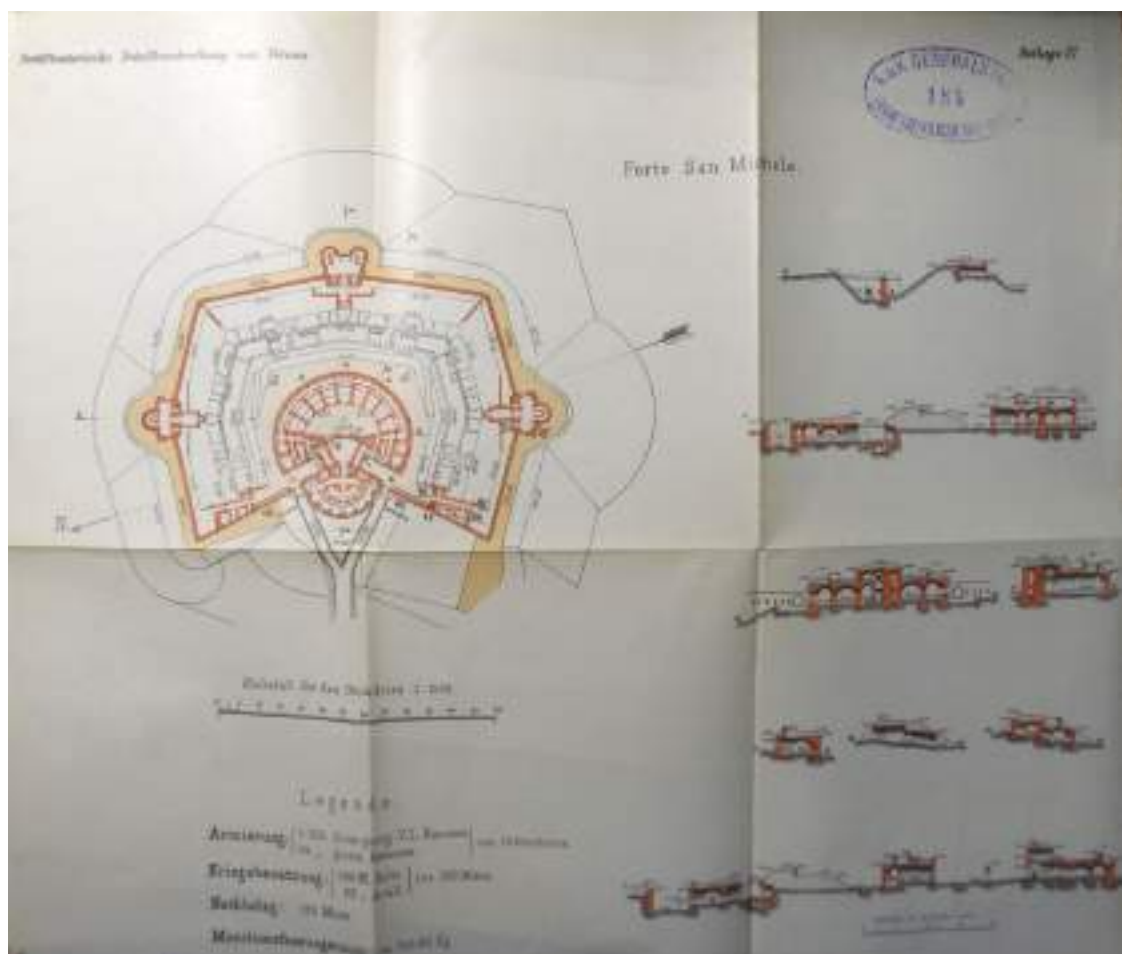
45° 25' 45,0" N

Longitudine

11° 03' 55" E

Stato di conservazione

Demolito



Zona del Veronese

7e. Forte San Briccio (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1883 ca.

Proprietà: Comune di Verona

Latitudine

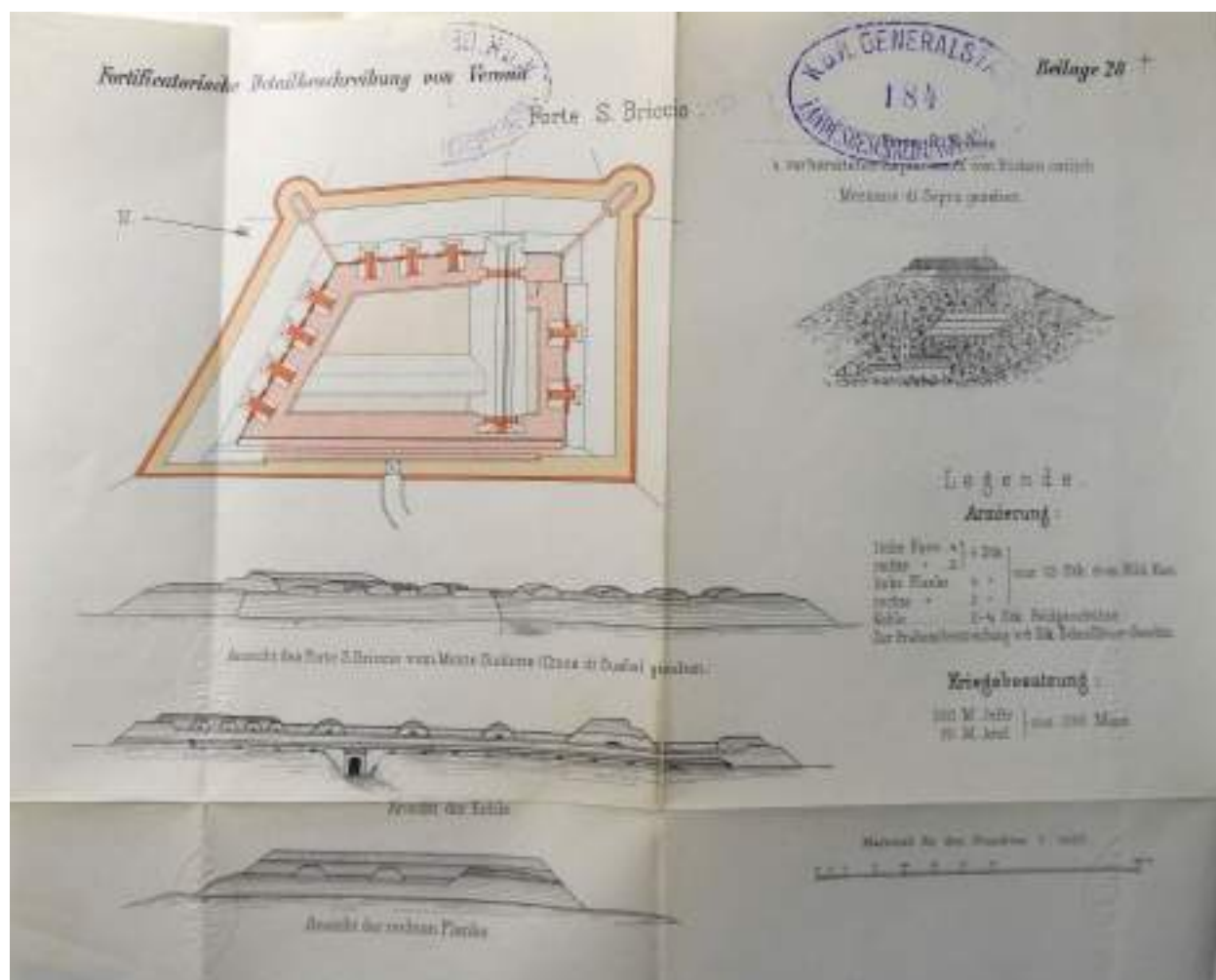
45° 26' 50,0" N

Longitudine

11° 07' 10" E

Stato di conservazione

Buono



Zona del Veronese

7f. Forte Gazometro (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1838-1839 ca.

Proprietà: Comune di Verona

Latitudine

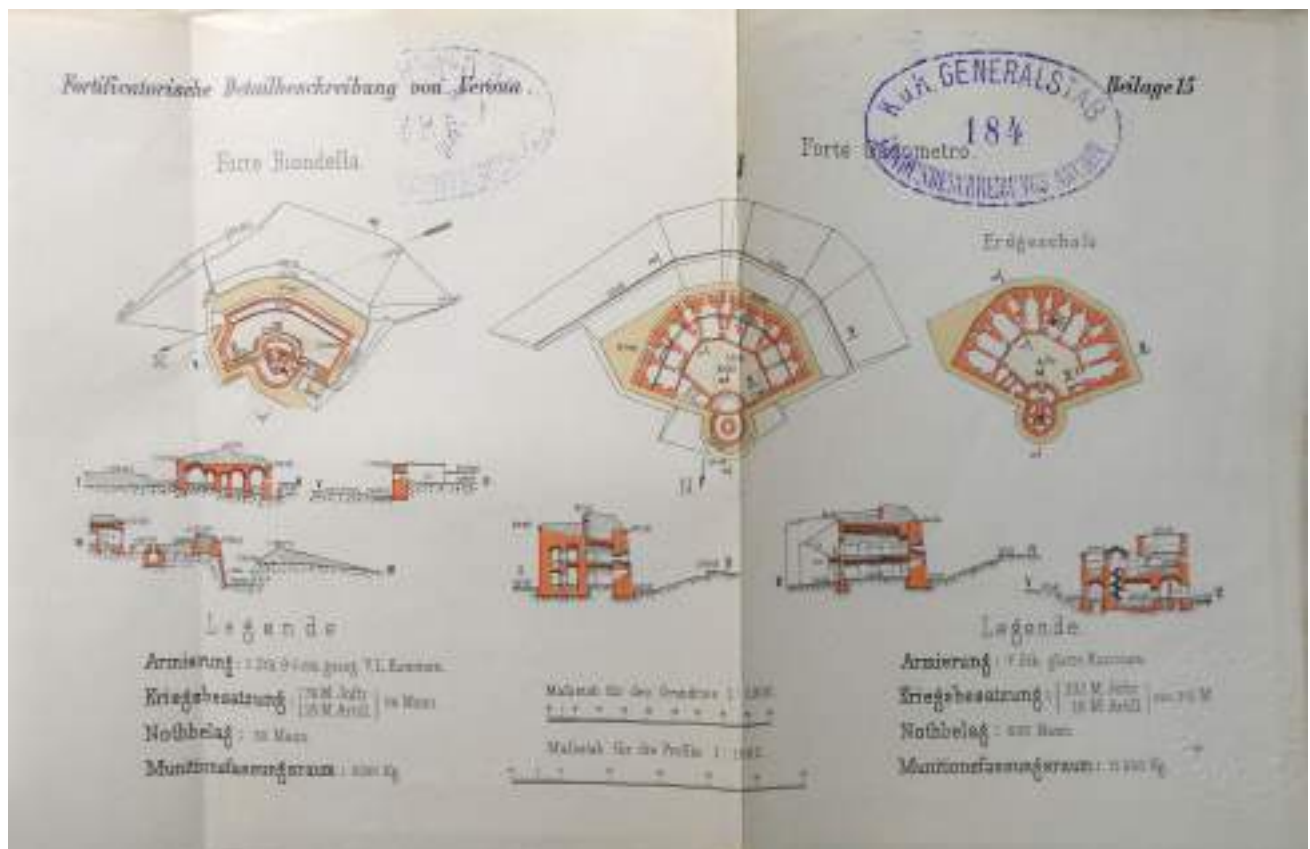
45° 25' 50" N

Longitudine

11° 00' 20" E

Stato di conservazione

Distrutto





Zona del Veronese

7h. Forte Lugagnano (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1860-1861 ca.

Proprietà: Comune di Verona

Latitudine

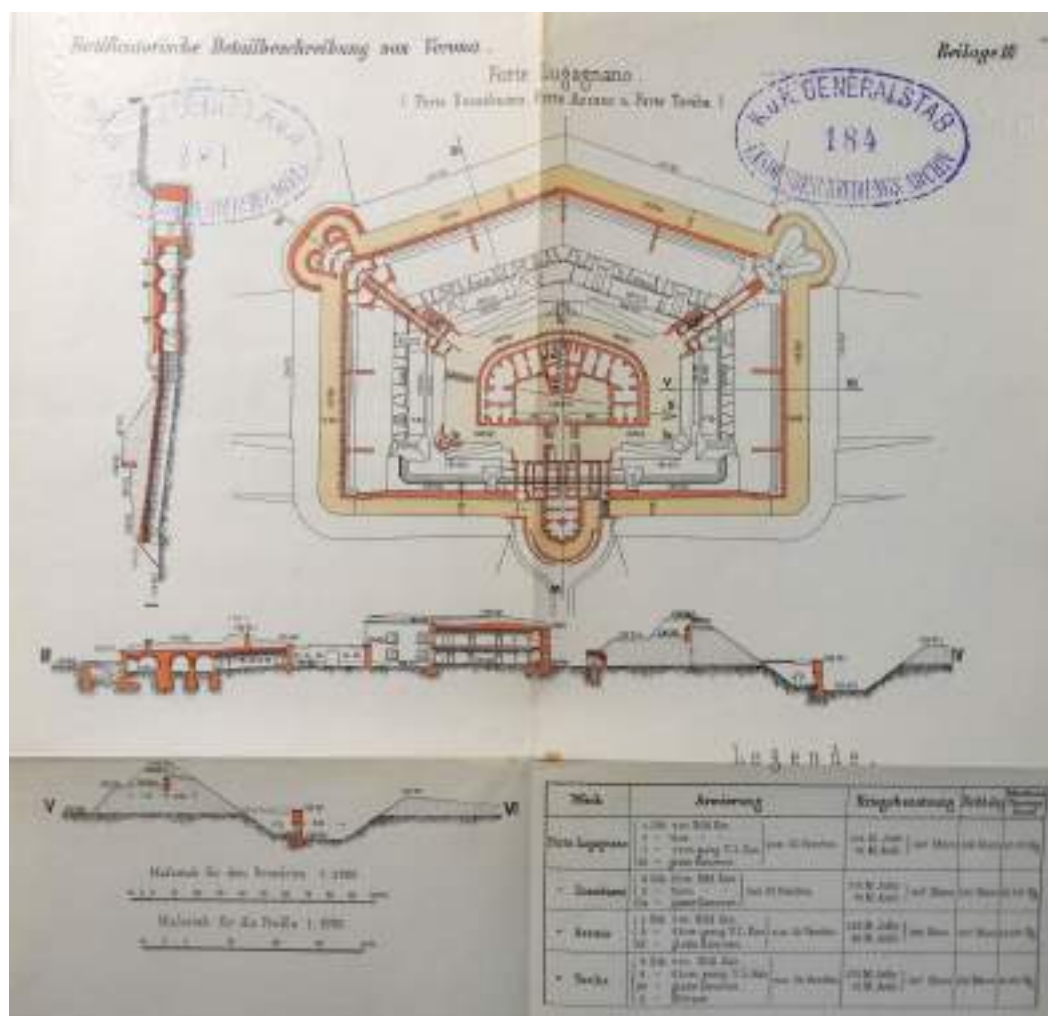
45° 26' 2,5" N

Longitudine

10° 55' 50" E

Stato di conservazione

Discreto



Zona del Veronese

7i. Forte Ca' Bellina (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1866 ca.

Proprietà: Comune di Verona

Latitude

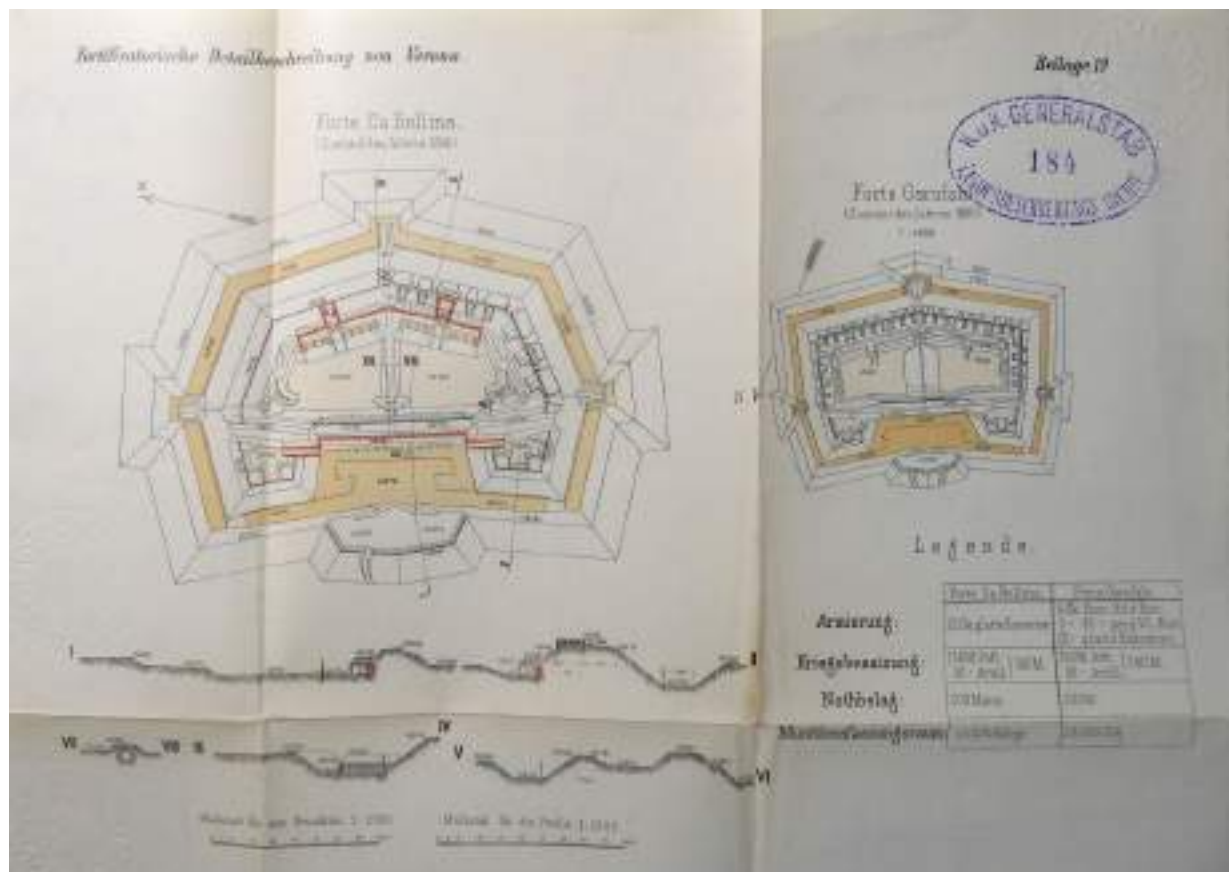
45° 26' 25" N

Longitudine

11° 03' 00" E

Stato di conservazione

Demolito



Zona del Veronese

71. Forte Croce Bianca (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1848-1859 ca.

Proprietà: Comune di Verona

Latitudine

45° 27' 05" N

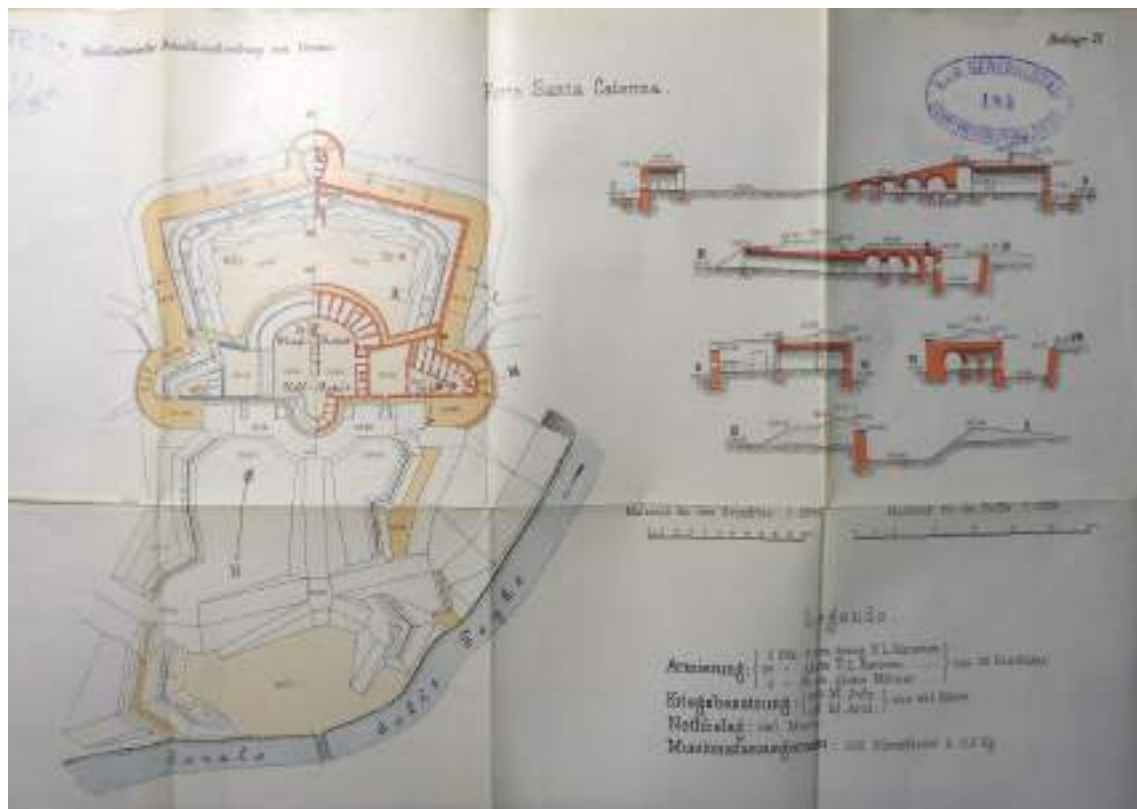
Longitudine

10° 56' 45" E

Stato di conservazione

Demolito





Zona del Veronese

7n. Forte San Giuliano (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1837 ca.

Proprietà: Comune di Verona

Latitude

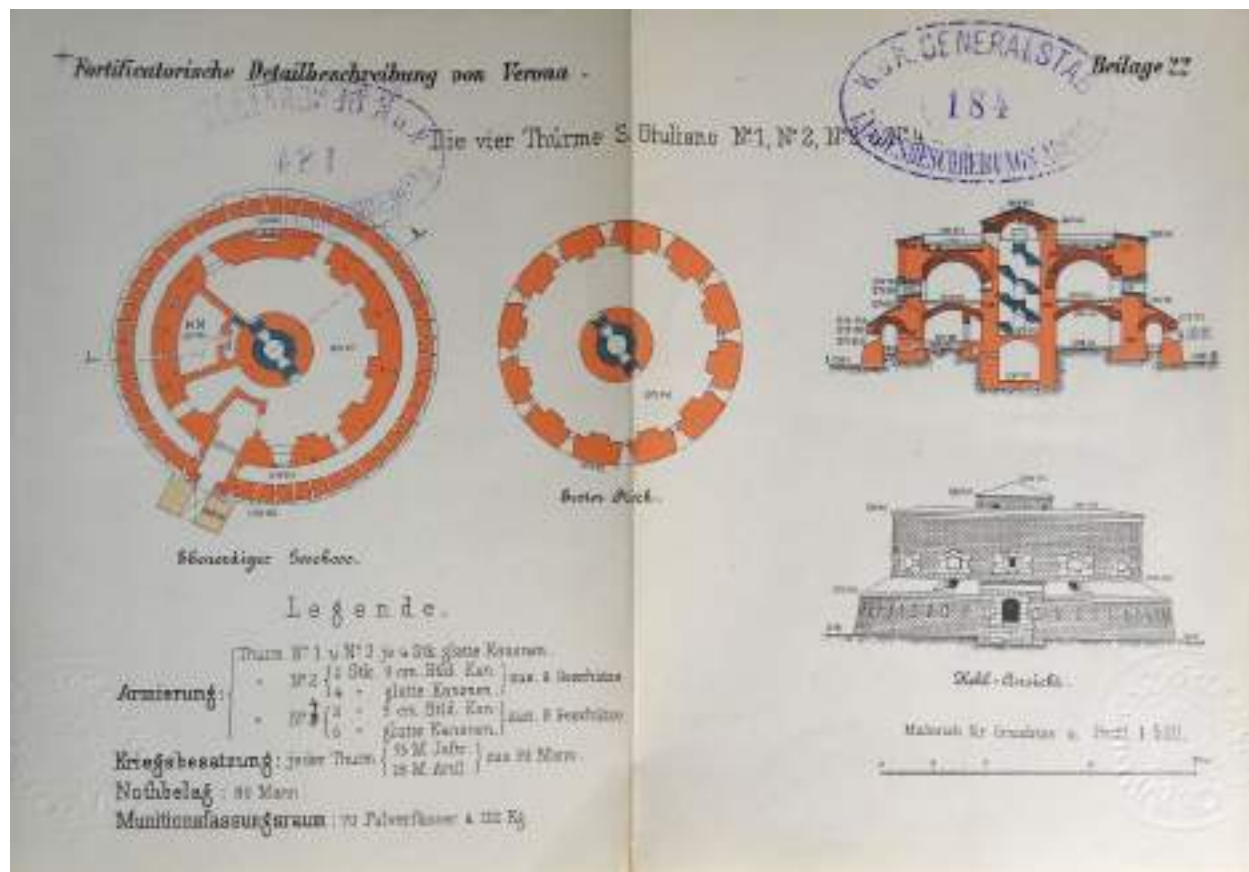
45° 28' 22,5'' N

Longitudine

11° 00' 20,0'' E

Stato di conservazione

Attualmente usato come serbatoio (acquedotto comunale)



Zona del Veronese

7o. Forte San Mattia (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1843ca.

Proprietà: Comune di Verona

Latitudine

45° 27' 37,5" N

Longitudine

10° 59' 45,0" E

Stato di conservazione

Buono; attualmente usato come sede di Associazioni.

8p. Forte San Leonardo (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1838 ca.

Proprietà: Proprietà privata

Latitudine

45° 27' 25" N

Longitudine

10° 59' 42,5" E

Stato di conservazione

Buono; attualmente usato come edificio di culto.

Fortifikatorische Bau-Beschreibung von Forts

Fort S. Maria



Legende

Armierung: 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L.
 Kriegsbesatzung: 100 M. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L.
 Nothbelag: 100 Mann
 Munitionsaufbewahrung: 100000 kg



Maßstab für die Frontansicht 1:1000 Maßstab für die Seitenansicht 1:1000

Fort S. Leonardo 184



Legende

Armierung: 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L.
 Kriegsbesatzung: 100 M. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L. 1.5 M. 17 cm. gran. K. L.
 Nothbelag: 100 Mann
 Munitionsaufbewahrung: 100000 kg



Zona del Veronese

7q. Forte San Procolo (au)

Comune: Verona (VR)

Data di costruzione: 1840-1841 ca.

Proprietà: Ente Pubblico

Latitude

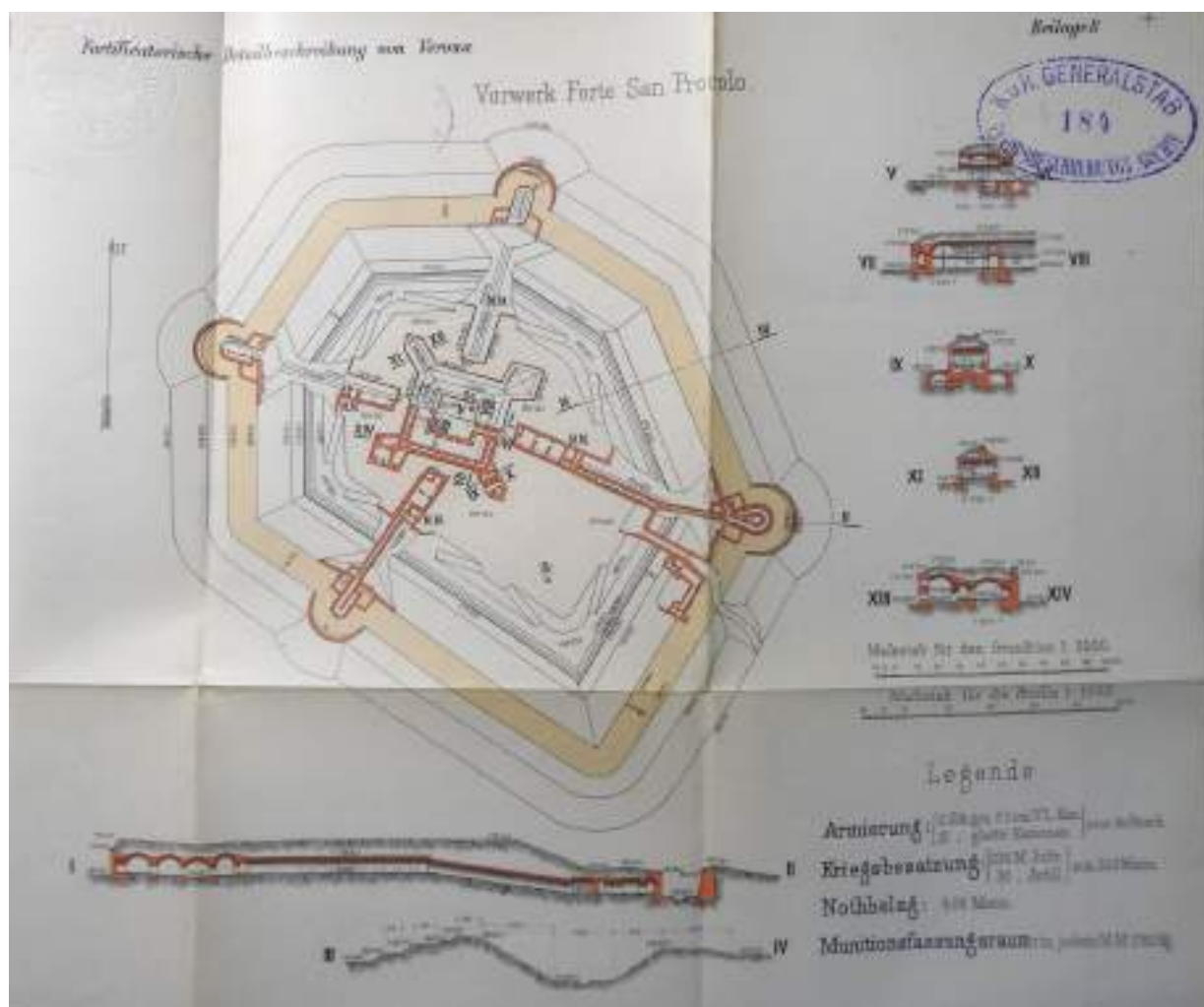
45° 27' 00,0'' N

Longitudine

10° 58' 30,0" E

Stato di conservazione

Rudere.



8. Zona del Veronese. Sbarramento di Rivoli.



Zona del Veronese. Sbarramento di Rivoli.

8a. Forte Monte (au)

Comune: Dolcè (VR)

Data di costruzione: 1841-1842

Proprietà: Demanio

Latitudine

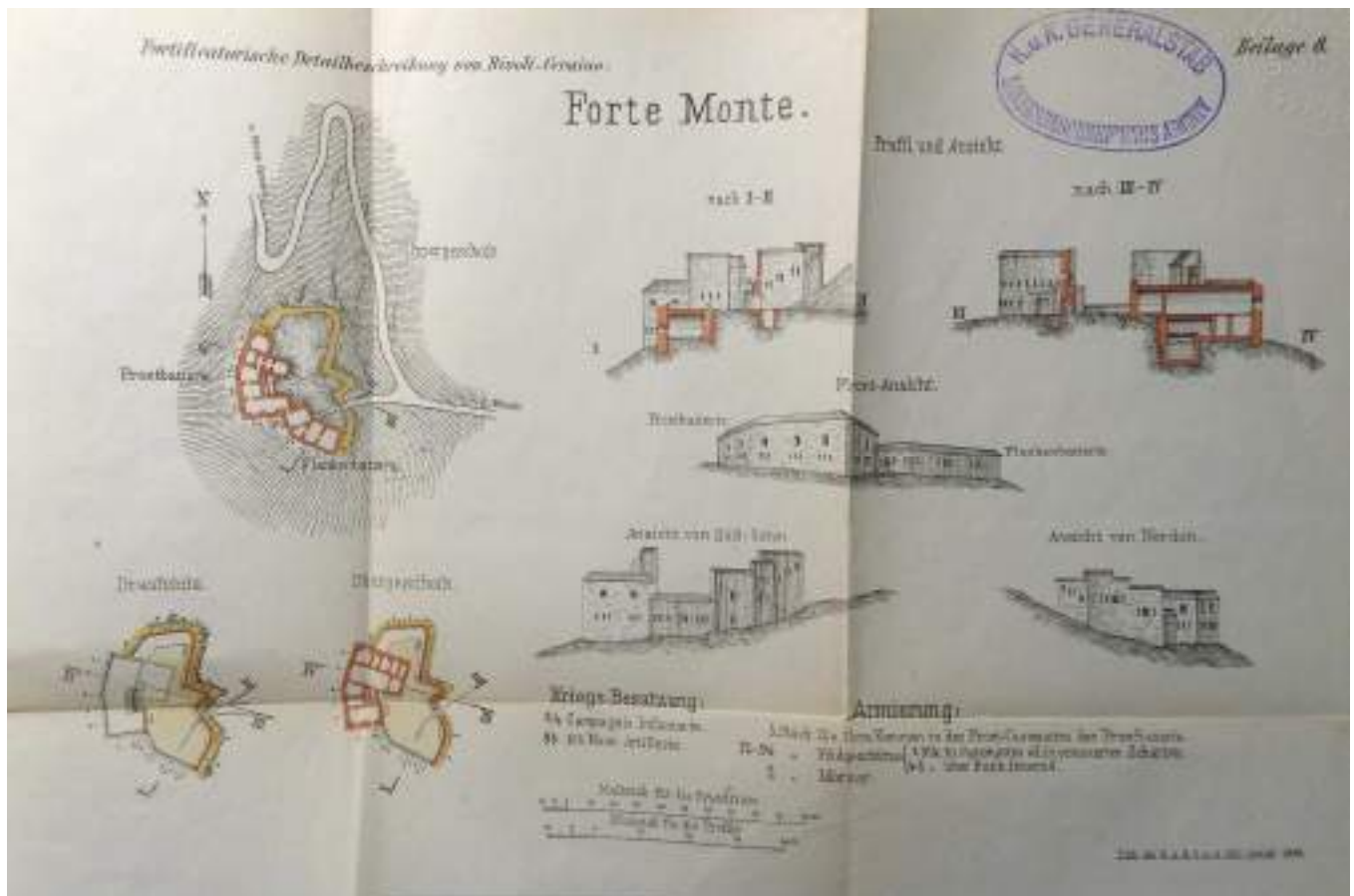
45°34'1.37"N

Longitudine

10°49'48.76"E

Stato di conservazione

Buono





Zona del Veronese. Sbarramento di Rivoli.
8c. Forte Rivoli e batteria bassa (au)

Comune: Rivoli (VR)

Data di costruzione: 1849-1852

Proprietà: Comune di Rivoli Veronese

Latitudine

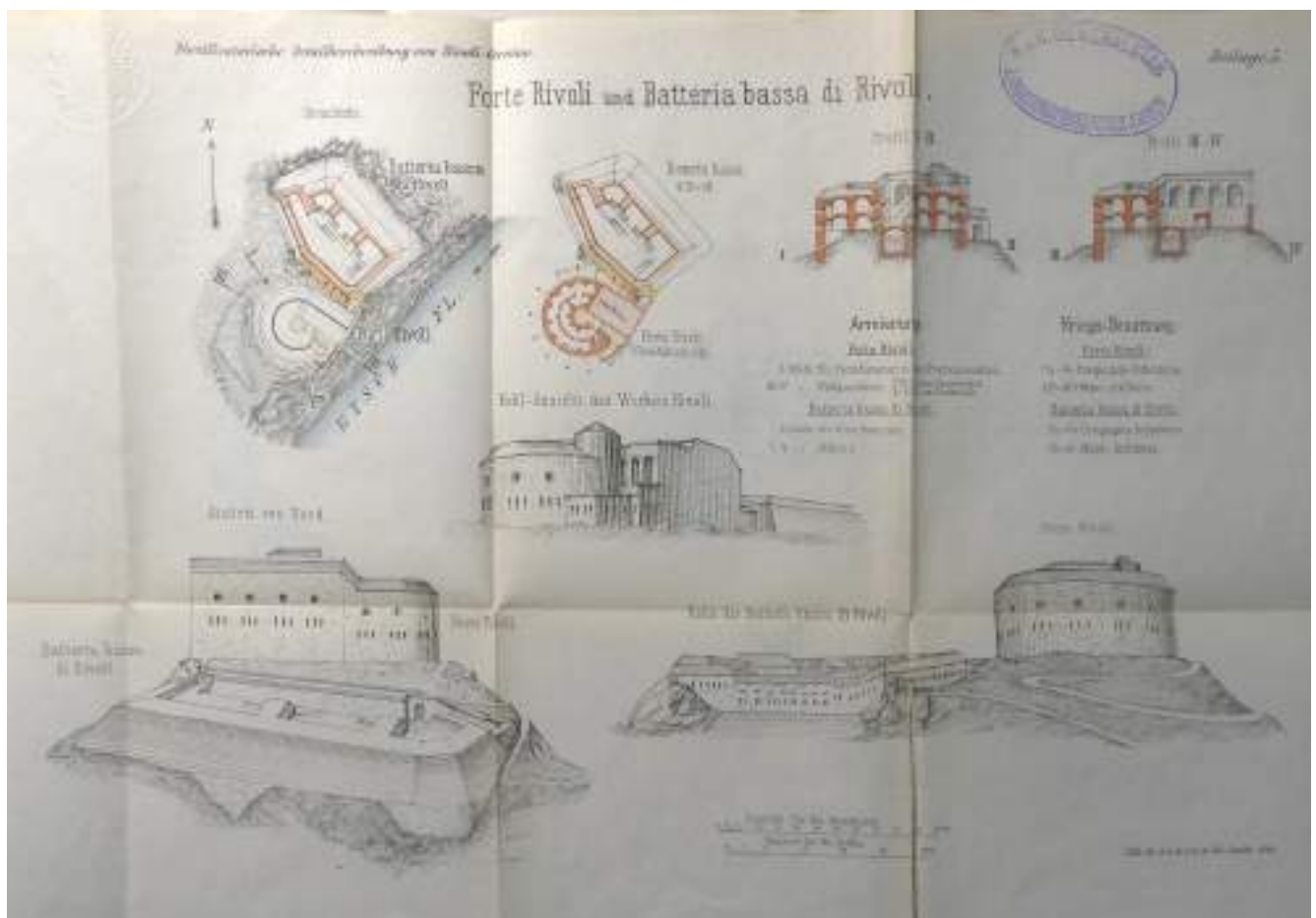
45°34'28.0524"N

Longitudine

10°49'05.8116"E

Stato di conservazione

Buono



Zona del Veronese. Sbarramento di Rivoli.
8d. Forte Masua (au)

Comune: Fumane (VR)

Data di costruzione: 1880-1885

Proprietà: privata

Latitudine

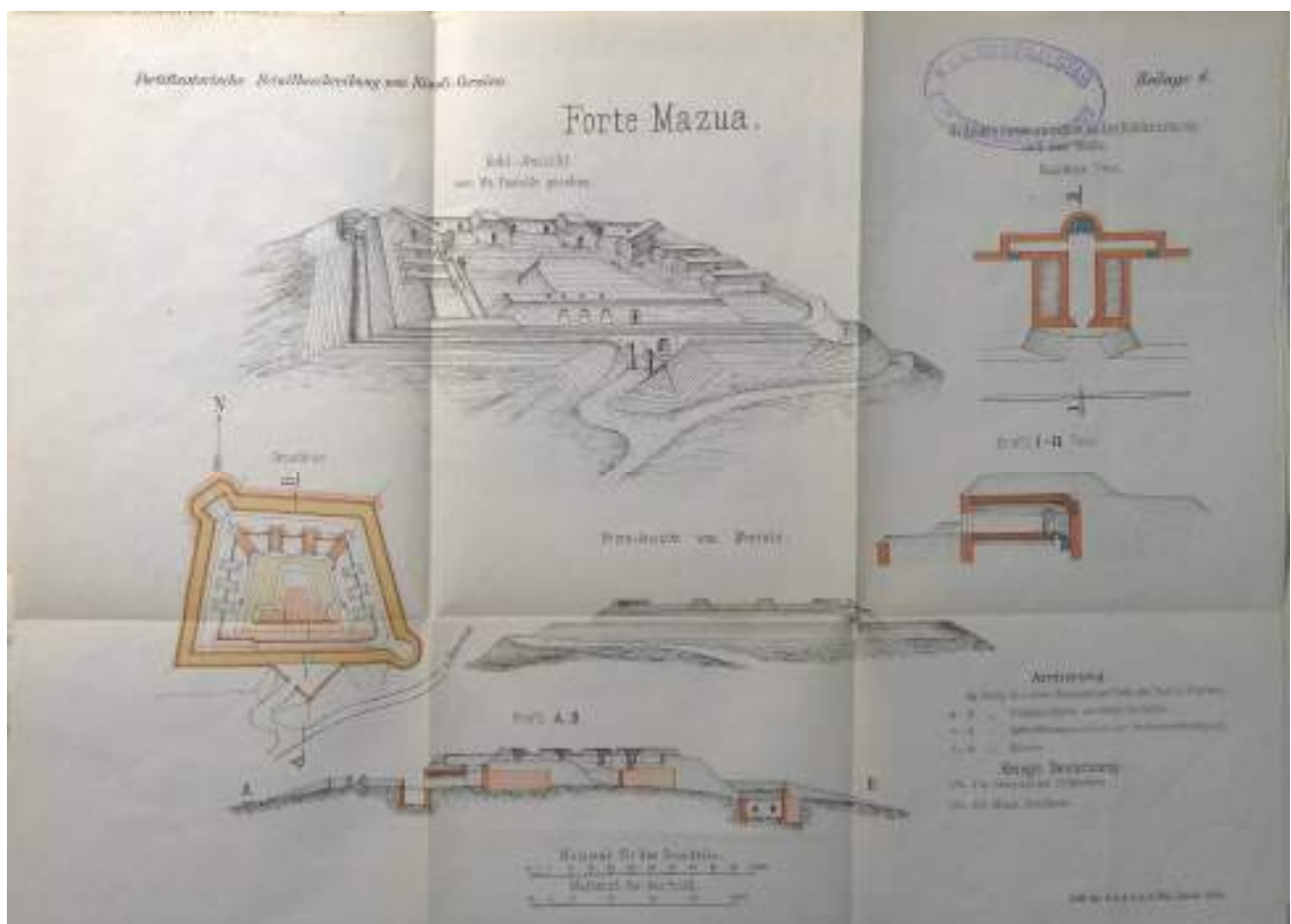
45°35'49.7"N

Longitudine

10°53'00.35"E

Stato di conservazione

?



Zona del Veronese. Sbarramento di Rivoli.
8e. Forte San Marco (au)

Comune: Rivoli Veronese (VR)

Data di costruzione: 1888-1913

Proprietà: privata

Latitudine

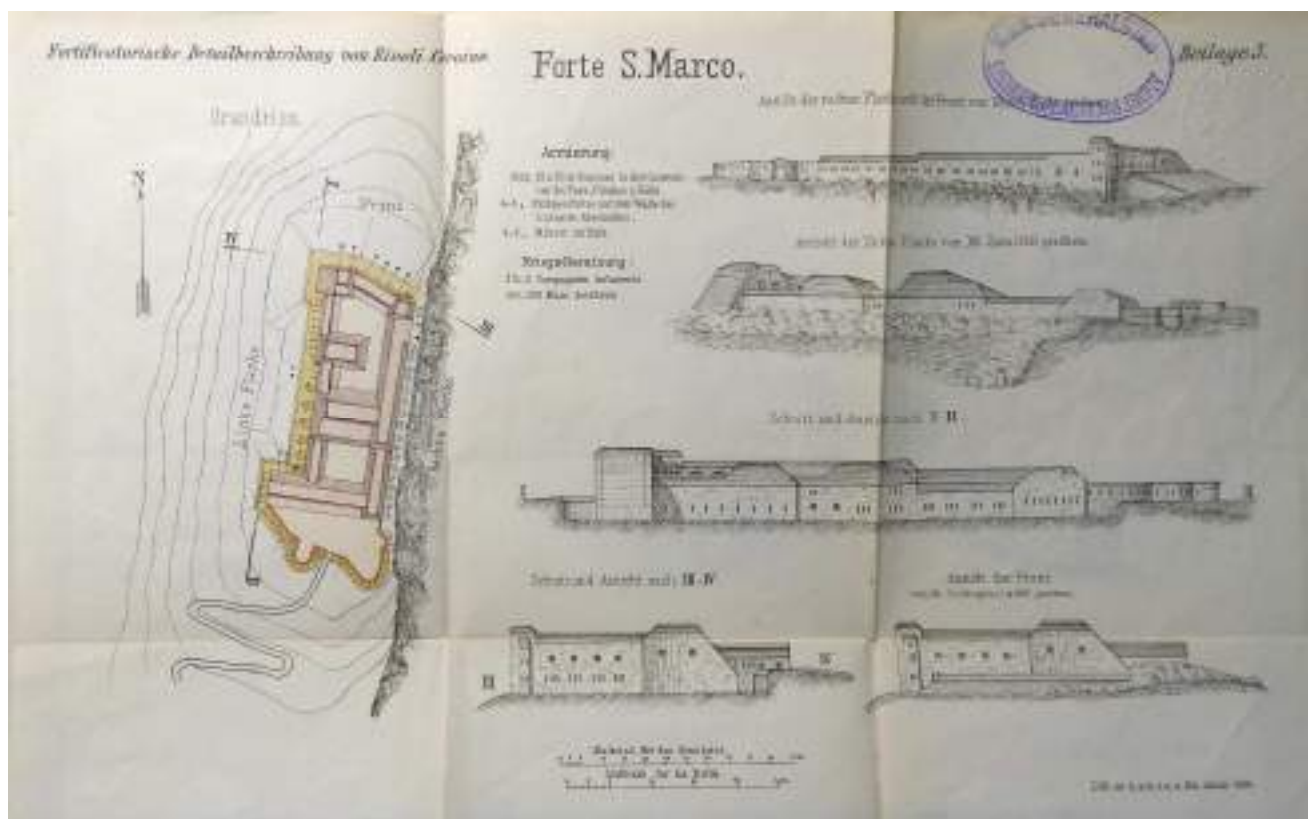
45°35'41"N

Longitudine

10°49'53"E

Stato di conservazione

Abbandono



Zona del Veronese. Sbarramento di Rivoli.
8f. Forte (B) Incanal

Comune: Caprino Veronese (VR)

Data di costruzione: 1880-1885

Proprietà: privata

Latitudine

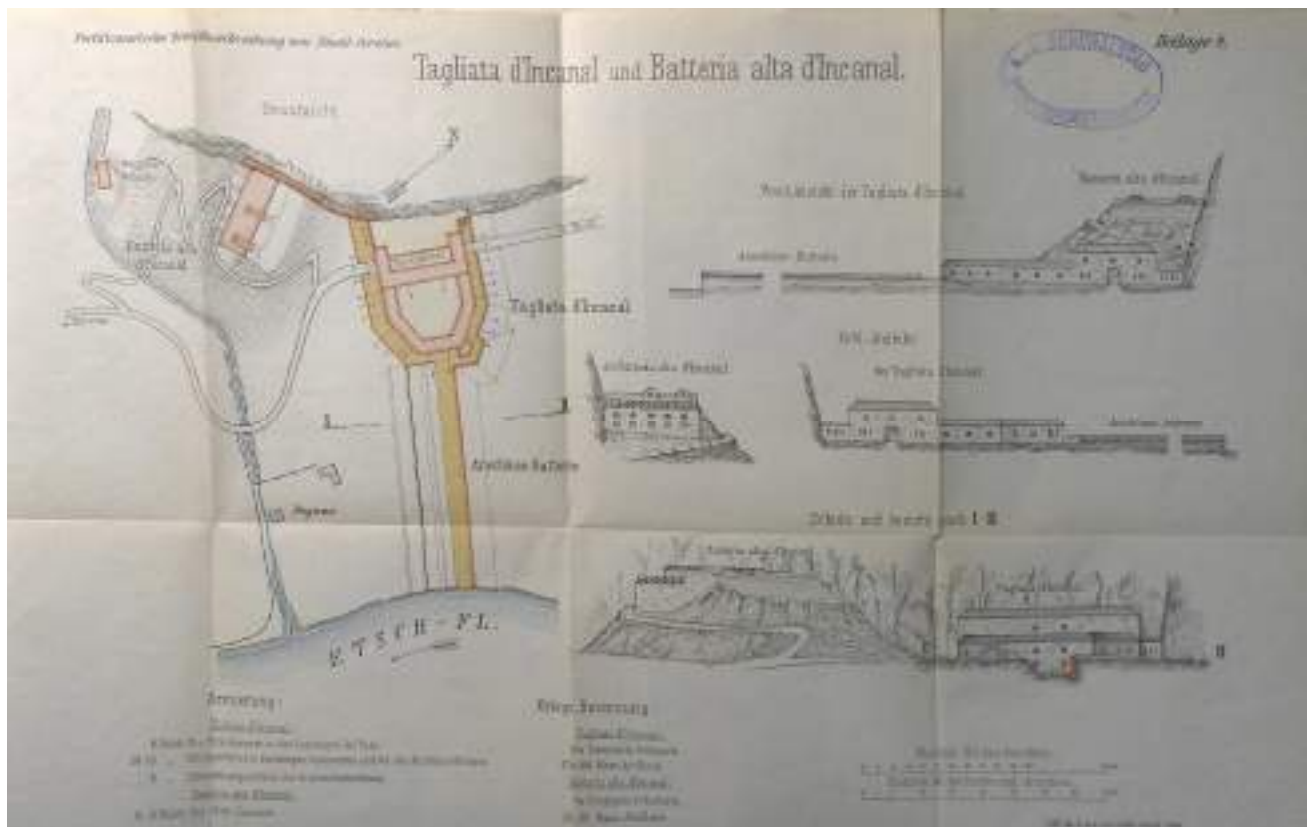
45°35'4.84"N

Longitudine

10°49'29.70"E

Stato di conservazione

Abbandono



Zona del Veronese. Sbarramento di Rivoli.
9. Forte Bocchetta di Naole

Comune: Caprino Veronese (VR)

Data di costruzione: 1905-1913

Proprietà: privata

Latitudine

45°39'49.77"N

Longitudine

45°39'49.77"N

Stato di conservazione

Discreto



Zona del Veronese. Sbarramento di Rivoli.
10. Forte Cimo Grande

Comune: Caprino Veronese (VR)

Data di costruzione: 1905-1913

Proprietà: Demanio

Latitudine

45°38'1.29"N

Longitudine

10°51'27.60"E

Stato di conservazione

Discreto



Zona del Veronese. Sbarramento di Rivoli.

11. Forte Monte Tesoro

Comune: S. Anna di Alfaedo (VR)

Data di costruzione: 1849-1852

Proprietà: Privata

Latitudine

45°35'46.72"N

Longitudine

10°57'49.40"E

Stato di conservazione

Il forte è stato restaurato di recente.





12. Forte M. Maso



13. Forte Tagliata Bariola



14. Forte Monte Enna



18. Forte Tagliata di Val d'Assa



19. Forte M. Interrotto



20. Forte Casaratti



21. Forte (B) M. Rasta



22. Forte (B) di Canove



23. Forte Campomolon



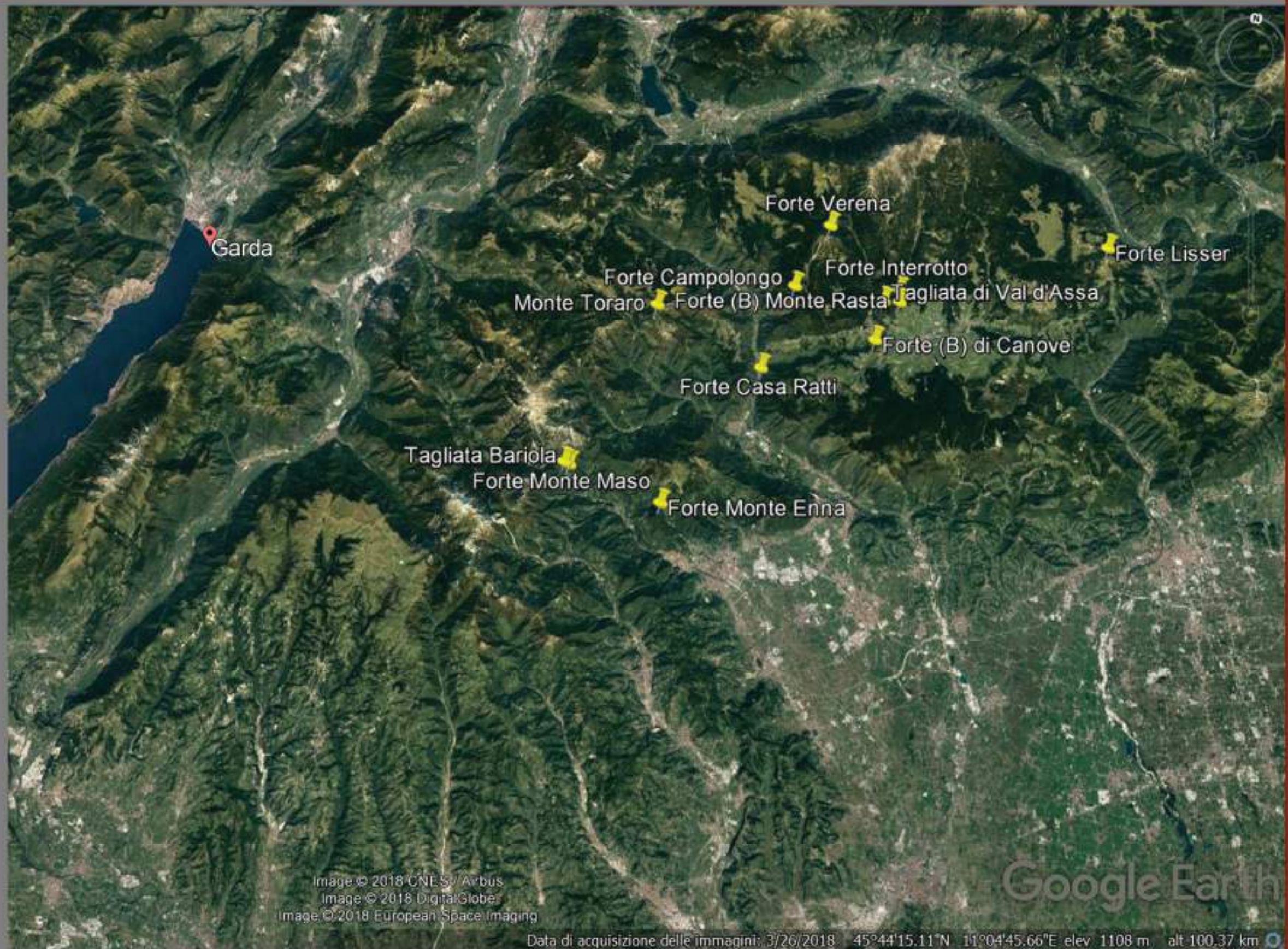
25. Forte Campolongo



26. Forte M. Verena



27. Forte M. Lisser



Zona del Vicentino

12. Forte Maso

Comune: Schio (VI)

Data di costruzione: 1883 - 1887 (modificata nel 1909)

Proprietà: Privata

Latitudine:

45°45'23.63"N

Longitudine:

11°12'31.04"E

Armamento (*)

6 cannoni da 149 G

4 obici 149G

Descrizione

Forte Maso, situato nell'Alta Val Lèogra a 750 m di quota, poco sopra l'abitato di S. Antonio nel territorio comunale di Valli del Pasubio, venne eretto tra 1883 e 1887.

Fa parte dello sbarramento Agno-Assa, Agno-Posina, 1° settore di Schio, Forte Maso con la sottostante Tagliata Bariola, si predispone con il compito di sbarramento della strada Maestra, da Rovereto per la Vallarsa attraverso il Pian delle Fugazze, in direzione Val Lèogra verso Schio.

Il forte è stato costruito con materiali in uso all'epoca come: cemento, sassi, pietra lavorata per i muri portanti e mattoni per le volte dei solai, rappresenta il primo esempio di fortificazione blindata in montagna.

Nel 1904 il forte, rafforzato con calcestruzzo e parzialmente ricoperto con due metri di terriccio, ha un'unica entrata dotata di ponte levatoio con due magazzini sul piazzale d'entrata.

Dalla *Descrizione tecnica particolareggiata delle opere di fortificazione nella Val Leogra* (1907) dal Servizio Informazioni austriaco: Forte monte Maso opera permanente a prova di granate, per combattimento a distanza. Nella fronte esistono due piani di casamatta, nella gola tre e per ogni fianco, uno. È sovrapposto uno strato di terra di circa 2 metri di spessore, come difesa contro il fuoco di fucileria. Un fossato di sbarramento, rivestito ambo i lati e completamente tenuto sotto il tiro di fucileria, circonda il Forte [...] Intorno a esso è gettato uno spalto ad angolo smussato nel quale, sulla fronte e nelle gole, è lasciata libera in ciascuno una massiccia cannoniera per le batterie ... Accanto al fossato di gola di sinistra, e sprofondato sotto lo spalto ad angolo smussato e collegato col Forte da una postierla, si trova il deposito munizioni, per opera a prova di granata. ... Il corpo di casamatta, disposto attorno ad un piazzale scoperto, contiene nella fronte: nel piano superiore una batteria corazzata Gruson in ghisa indurita per 6 pezzi di ghisa a retrocarica da 149 mm direzione principale di tiro contro Val Canale. [...] Il blocco di gola, nella pianta tagliato a forma di tenaglia, ha nel piano superiore quattro casematte, con ciascuna un obice in ghisa da 149 mm, che da fuoco attraverso una cannoniera in pietra. Nel piano intermedio, situato nel piazzale di uscita si trova il vestibolo del portone d'ingresso, con magazzini di artiglieria ai due lati.

Nel piano inferiore, sotto il vestibolo del portone, sono situati il locale dell'elevatore del ponte levatoio e, dalle due parti, casamattate per la guarnigione [...]³. Per quasi tutta la durata della Guerra

e soprattutto in occasione dello sforzo per contrastare l'offensiva austroungarica della primavera del 1916, Forte Maso viene adibito a polveriera e deposito munizioni per le truppe della 1^a Armata impegnate sul Pasubio.

Stato di conservazione

Negli ultimi anni il forte è stato oggetto di un intervento di restauro che ha riguardato essenzialmente la pulizia delle strutture esistenti dalla vegetazione e dai detriti, il consolidamento delle parti maggiormente degradate e la sistemazione delle aree scoperte di pertinenza.

Note

(*) L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol. II, Sant'Urbano 2014, pp. 141-142.

Bibliografia

R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015.

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, pp. 89-91.

L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol. II, Sant'Urbano 2014, pp. 141-142.

Ecomuseo Grande Guerra Prealpi Vicentine (a cura di), *Maso, Enna, Campomolon, Casa Ratti. Forti dello sbarramento Agno-Astico-Posina*, Schio 2014.

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012.

L. Girotto: *Forte Tombion. La Sentinella del Canal di Brenta. Storia ed immagini per la visita alla più antica tra le opere permanenti della "Fortezza Brenta-Cismon"*, Scurelle 2008.

L. Girotto: *1866-1918 Soldati e fortezze tra Asiago ed il Grappa. Storia ed immagini dello sbarramento Brenta-Cismon dal Risorgimento alla Prima Guerra Mondiale*, Novale di Valdagno 2002.

Sitografia

<http://www.itinerarigrandeguerra.it/code/27046/Forte-Maso>

25/08/2018



Forte Monte Maso.

Zona del Vicentino

13. Tagliata Bariola

Comune: Schio (VI)

Data di costruzione: fine sec. XIX

Proprietà: Privata

Latitudine:

45°45'20.91"N

Longitudine:

11°12'47.51"E

Armamento (*)

4 cannoni a tiro rapido Nordenfelt da 42 mm su affusto a candelieri

2 cannoni da 87 B e quattro mitragliatrici Gardner da 10,33 mm

Descrizione

La tagliata Bariola è stata una tagliata stradale militare italiana, con il compito, assieme al forte Monte Maso, di sbarrare l'accesso per il Pian delle Fugazze alle truppe dell'Impero austro-ungarico durante la Prima guerra mondiale.

La fortificazione è stata edificata sul finire del 1800 e si trova lungo la strada statale 46 del Pasubio, tra la località di Sant'Antonio e quella di Guarda all'interno del territorio comunale della Valli del Pasubio ad un'altezza sul livello del mare pari a circa 600 metri.

Dalla *Descrizione tecnica particolareggiata delle opere di fortificazione nella Val Leogra* (1907) dal Servizio Informazioni austriaco, si legge: Forte Permanente, resistente alle granate e adatto al combattimento ravvicinato. Posto trasversalmente alla strada maestra della Val Leogra e costruito in parte a ridosso del ripido pendio boscoso. Il corpo delle casematte ha due piani e quello inferiore si trova al di sotto del livello stradale.

La copertura in cemento armato è protetta da uno strato di 2 metri di terra a difesa da attacchi di fucileria. La strada che lo attraversa in pendenza è solo parzialmente coperta e il successivo cortile è aperto. Questo, come la parte di attraversamento scoperta, sono protetti alla vista da cinte murarie.

I fossati della facciata e della gola sono ciascuno superabili per mezzo di ponti levatoi, nei quali una parte di cm 150 può essere sollevata e fungere da portone sull'entrata.

Il meccanismo di sollevamento è lo stesso di Forte Maso. Tutti i fossati sono difendibili dalla fucileria da feritoie delle casematte poste una sull'altra di fronte alla facciata ed alla gola. Sotto il fossato della facciata ci sono le latrine, ventilate per mezzo di un camino di ferro e protette dalla pioggia con lamiere di ferro appoggiate, a mò di grondaia, sul fondo del fossato. La corona di terrapieno che circonda la facciata e la gola è inclinata in modo da raccordarsi con la pendenza naturale del terreno.

Il corpo di casamatta sul piano superiore della facciata e della gola contiene in ciascuna due casematte per cannoncini a tiro rapido da 42 mm su affusto a candelieri, in grado di far fuoco attraverso feritoie scalettate verso l'esterno.

Il fianco, la cui serie di casematte è stata progettata seguendo la pendenza stradale, nel piano superiore dispone di locali per la fucileria e le mitragliatrici. In ciascuna casamatta d'angolo è

installata una mitragliatrice da 10,35 mm sistema Gardner. Nel piano sotterraneo è prevista esclusivamente la difesa a mezzo fucileria, caratteristica a queste casematte è il lasciare libere le aperture a mezzaluna sui muri maestri, per consentire l'aerazione dei locali e che alla bisogna possono essere rapidamente murate. Sotto al pavimento dell'intero cortile c'è una cisterna per l'acqua che verrebbe riempita solo in caso di guerra. In tempo di pace l'acqua viene fornita da una condotta che proviene dalla valle di Rochentale e nel cortile è predisposto uno scarico di smaltimento. Il passaggio fra i piani superiore e inferiore avveniva per mezzo di una scala esterna in pietra a fianco della strada o per mezzo di una scala a chiocciola interna. Dalla cucina posta al piano inferiore, per mezzo di una scala in pietra si accedeva alle latrine e all'impianto di difesa del fossato laterale. L'accesso al tetto, dal piano superiore, avveniva per mezzo di una scala metallica fissata alla parete esterna⁴. Durante la Prima guerra mondiale non fu mai coinvolta in azioni belliche e perse ogni importanza strategica dopo l'esaurirsi della Strafexpedition nel giugno 1916 e il successivo consolidamento del fronte. Negli anni Trenta la strada statale fu allargata e parte della fortificazione fu demolita. A livello di strada sul lato destro sono rimaste le casematte esterne.

Stato di conservazione

In tempi più recenti la Tagliata Bariola è stato oggetto di un intervento di restauro che ha riguardato essenzialmente la pulizia delle strutture esistenti dalla vegetazione e dai detriti, il consolidamento delle parti maggiormente degradate e la sistemazione delle aree scoperte di pertinenza.

Note

(*) L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol. II, Sant'Urbano 2014, pp. 141-142.

Bibliografia

R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015.

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, pp. 89-91.

Sitografia (consultata il 24/08/2018)

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/tagliatabariola/tagliatabariola.php>

<http://www.fortificazioni.net/VICENZA/BARIOLA.html>



Tagliata Bariola.

Zona del Vicentino

14. Forte Monte Enna

Comune: Schio (VI)

Data di costruzione: 1910-1912

Proprietà: Privata

Latitudine:

45°44'24.25"N

Longitudine:

11°17'42.07"E

Armamento (*)

4 obici sotto cupola corazzata da 149 mm Armstrong

4 pezzi da 75 mm Armstrong

Descrizione

Realizzato tra il 1910 e il 1912, l'opera corazzata viene costruita in posizione particolarmente favorevole per controllare l'intera Val Lèogra e nello stesso tempo la bassa cresta che fra il colletto di Posina e il colle Xomo unisce il monte Novegno al massiccio del Pasubio. Zona che l'esercito austroungarico avrebbe sicuramente tentato di superare, come del resto poi ha fatto, qualora, in occasione di un'offensiva proveniente dal Passo della Borcola, si fosse cercato di raggiungere la pianura.

L'opera faceva parte dello Sbarramento Agno-Assa, I settore Schio. All'epoca della sua costruzione, l'opera risulta tra quelle meglio rispondenti ai più avanzati concetti dell'epoca in fatto di fortificazioni.

Forte Enna, costruito su due piani e armato con cannoni da 149 mm in acciaio sistemati in cupole girevoli con blindatura spessa 18 cm, durante la Strafexpedition si è dimostrato utile, anche se l'intervento delle sue bocche da fuoco nelle cruciali vicende del giugno 1916 verso la minacciata posizione chiave di Passo Campedello e Monte Giove si è rivelato talmente maldestro da doverne ordinare il silenzio.

Dopo la Strafexpedition il forte non ha più avuto un significativo ruolo strategico e per questo è stato praticamente abbandonato.

Stato di conservazione

Forte Enna è stato oggetto di un intervento di restauro che ha riguardato essenzialmente la pulizia e il riordino del corpo principale della batteria, delle difese accessorie e del sistema dei collegamenti tra le diverse parti dell'opera corazzata.

Note

(*) R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015, p. 89.

Bibliografia

- R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015, pp. 89-95.
- R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, p. 88.

Sitografia

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/ForteEnna/ForteEnna.php>

18/08/2018

<http://www.fortificazioni.net/VICENZA/ENNA.html>

24/08/2018



Forte Enna, i resti della caserma

Zona del Vicentino

15. Forte (B) Sojo Rotto*

16. Forte san Rocco*

17. Forte Cornolò*

Zona del Vicentino

18. Tagliata di Val d'Assa

Comune: Roana (VI)

Data di costruzione: ante 1890

Proprietà: pubblica (Roana)

Latitudine:

45° 53' 23.2296" N

Longitudine:

11° 28' 8.8284" E

Armamento (*)

2 cannoni da 120 mm in casamatta

Alcune mitragliatrici

Descrizione

Realizzata con molta probabilità prima del 1890, la Tagliata di Val d'Assa si può considerare l'immagine speculare della Tagliata Bariola. Entrambe appoggiate al monte e un'ala rivolta alla valle, appartengono allo stesso periodo costruttivo. Purtroppo di questo edificio non esiste più nulla, fatto salvo alcuni resti dello zoccolo in pietra squadrata che serviva da base alla costruzione della Tagliata.

Da una descrizione del Servizio informazioni del 1908, l'edificio aveva due piani sul fronte e tre sulla gola. Il piano più elevato era a livello di strada ed era dotato di due casematte per cannoni da 120 mm. I fossati di fronte e di gola erano larghi 4 m e profondi fino a 9 e su di essi si aprono feritoie per fucilerie su due piani e il passaggio stradale viene chiuso da ponti levatoi.

All'inizio della guerra la Tagliata viene disarmata e i due pezzi da 120 mm trasferiti al fronte. Verso fine maggio 1916, in occasione dell'offensiva austriaca, le truppe italiane in ritirata la distruggono.

Stato di conservazione

La Tagliata è stata distrutta con la costruzione della strada Asiago - Passo Vezzena.

Ne rimangono solo alcune tracce, mentre parte dei locali sono interrati sotto la strada.

Note:

(*) <https://www.montagnando.it/montagne/valdassa/valdassa.php>

24/08/2018

Bibliografia

R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015, pp. 183-185.

Sitografia

http://www.fortificazioni.net/VICENZA/tagliata_val_dassa.html

24/08/2018

<https://www.montagnando.it/montagne/valdassa/valdassa.php>

24/08/2018

<http://luoghi.centenario1914-1918.it/it/teatrodiguerra/tagliata-val-dassa>

26/08/2018



Tagliata val d'Assa, resti dello zoccolo in pietra squadrata

Zona del Vicentino

19. Forte M. Interrotto

Comune: Asiago (VI)

Data di costruzione: seconda metà del XIX secolo (1885 circa)

Proprietà: pubblica (Asiago)

Latitudine:

45° 53' 50" N

Longitudine:

11° 28' 50" E

Armamento (*)

2 cannoni da 120 mm in casamatta

Descrizione

Realizzata ad opera del gen. Piannel nella seconda metà dell'Ottocento sull'omonimo monte che sovrasta l'abitato di Camporovere, la caserma difensiva di Monte Interrotto, nasce con la funzione di osservatorio e caserma di confine a protezione della sottostante Val d'Assa, ovvero la principale via di comunicazione tra l'Altopiano e l'Impero Asburgico.

Costruita interamente in materiale lapideo, con pianta rettangolare rinforzata diagonalmente da due torri e circondata da un fossato della larghezza di m 4 e profondità media di metri 5, la struttura si sviluppa su due piani, a livelli sfalsati di mt. 4, per un'altezza fuori terra (misurata alla gronda a partire dal piano del fossato) di 14,7 m mentre le due torri d'angolo raggiungono un'altezza di circa 23 metri. All'interno si apre un'ampia corte dalle dimensioni approssimative di mt. 28 x 17 pavimentata interamente in lastre di pietra che coprono anche la sottostante cisterna d'acqua.

In corrispondenza dell'angolo nord-ovest è stata installata una vasca e un pozzo per attingere direttamente l'acqua dalla cisterna. Al piano terra, oltre alla guardia, vengono posti i principali servizi (cucina, deposito, stalle) mentre nei locali al piano superiore gli alloggi delle truppe.

Dalle disposizioni delle feritoie la caserma riesce ad ospitare quattro pezzi di artiglieria (probabilmente alcuni pezzi da 75B con affusto rigido e 110 postazioni per fucilieri per ognuno dei 4 lati.

Il 27 maggio 1916 nel corso della violenta offensiva sferrata dalle truppe austroungariche ricordata come la Strafexpedition, l'ex caserma-forte viene sottoposta ad un intenso fuoco di artiglieria e, a seguito degli attacchi dei fanti imperiali, le truppe italiane si ritrovano costrette ad abbandonare il fortilizio che, passato in mano austroungarica, viene poi trasformato in osservatorio armato con cannoni di piccolo calibro.

Pesantemente danneggiata dal tiro delle batterie italiane, in particolare durante la battaglia del Solstizio (giugno 1918), al termine del conflitto la caserma viene definitivamente abbandonata.

Stato di conservazione

Il forte Interrotto per le particolari caratteristiche rappresenta indubbiamente un “caso” del tutto eccezionale.

È proprio il riconoscimento del particolare valore simbolico della struttura, che si configura come porta d'accesso verso l'ecomuseo della Grande Guerra dell'Altopiano vicentino, che ha indotto dapprima il Comune di Asiago e quindi la comunità Montana Spettabile Reggenza 7 Comuni ad avviare un complessivo progetto di restauro della caserma al fine di arrestarne il degrado ed assicurare una nuova vitalità all'interno del complesso.

Gli interventi hanno riguardato principalmente il consolidamento statico e la messa in sicurezza della struttura attraverso la rimozione del materiale di crollo, il consolidamento degli elementi pericolanti e la reintegrazione della tessitura muraria con il pietrame recuperato.

Si è inoltre provveduto al restauro della copertura con la pulizia della vegetazione e del materiale di risulta, il consolidamento del manto di copertura con il reintegro delle parti degradate e l'impermeabilizzazione dell'intera struttura.

Oltre alla sistemazione delle pavimentazioni dei locali del piano terra e del piazzale interno e alla complessiva pulizia del fossato di gola che circonda l'intera struttura si è proceduto all'installazione dell'impianto per l'illuminazione sia interna che esterna della caserma.

Note (*)

http://www.fortificazioni.net/VICENZA/monte_interrotto.html

25/08/2018

Bibliografia

L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol. II, Sant'Urbano 2014, pp. 140-141.

Ecomuseo Grande Guerra Prealpi Vicentine (a cura di), *Interrotto, Verena, Campolongo, Corbin, Lisser, Coldarco. Forti dell'Altopiano*, Schio 2014.

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, p. 56.

Sitografia

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/forteinterrotto/forteinterrotto.php>

26/08/2018

<https://www.magicoveneto.it/altipian/asiago/Forte-Interrotto-Campovero.htm>

26/08/2018

http://www.fortificazioni.net/VICENZA/monte_interrotto.html

27/08/2018

<http://www.itinerarigrandeguerra.it/code/27044/Forte-Interrotto>

27/08/2018



Forte Monte Interrotto, il cortile interno e una foto dell'esterno.

Zona del Vicentino

20. Forte Casa Ratti

Comune: Arsiero (VI)

Data di costruzione: 1906-1908

Proprietà: pubblica (Asiago)

Latitudine:

45° 50' 10" N

Longitudine:

11° 22' 08.8" E

Armamento (*)

3 cannoni da 149 mm, installati in cupole girevoli corazzate da 40 mm, tipo Ispettorato.

Descrizione ()**

Situato a circa 350 m sul fianco destro orografico della Val d'Astico, ha dominato la stretta di Barcarola con funzione di sbarramento, facendo sistema per la salvaguardia della vicina conca di Arsiero.

Le poche notizie riguardanti il forte ci sono fornite dai Documenti dettagliati Sudtirolo pubblicati nel 1909 cui fece seguito una edizione riveduta del 1912. La Batteria corazzata Casa Ratti è una completa ricostruzione di quella che fu una Batteria provvisoria, sicura contro le bombe, armata con 3 cannoni da 149 mm G sotto spesse cupole corazzate. Fra i pozzi dei cannoni ci sono i depositi munizioni d'uso e sotto sono i locali di pronto intervento per combattimento ed i magazzini munizioni. Il forte ha rappresentato una sorta di compromesso fra la tecnica costruttiva in pietrame e quella in calcestruzzo. Colpito nel maggio 1916 dai grossi calibri avversari, il 26 maggio viene occupato dagli austro-ungarici che successivamente lo hanno fatto saltare in aria, quando, il 25 giugno successivo, hanno ripreso le loro posizioni a monte della stretta di Barcarola.

Stato di conservazione

Avanzato stato di degrado.

Note

(*) http://www.fortificazioni.net/VICENZA/casa_ratti.html 26/08/2018

(**) R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015, pp. 142-156.

Sitografia

http://www.fortificazioni.net/VICENZA/casa_ratti.html 26/08/2018

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/ForteCasaRatti/ForteCasaRatti.php> 25/08/2018

<http://strafexpedition1916.altervista.org/forte-casa-ratti.html> 24/08/2018

http://www.ecomuseograndeguerra.it/it/wai/p18_a.htm 24/08/2018



Il forte Casa Ratti. Vista verso Pedescale (da MSGR)

Zona del Vicentino

21. Forte (B) Monte Rasta

Comune: Asiago (VI)

Data di costruzione: ante 1892

Proprietà: pubblica (Asiago)

Latitudine:

45°53'23" N

Longitudine:

11°28'58" E

Armamento (*)

4 pezzi da 87 B

Descrizione ()**

La batteria Monte Rasta, un'opera in terra collegata con la Caserma di difesa di M. Interrotto e la tagliata Val d'Assa. Le facce disposte secondo angoli di 120° hanno l'aspetto di un terrapieno e presentano nella parte mediana, in entrambi i punti di spalla ed al centro delle traverse a cunicolo, al termine delle quali sono stati piazzati piccoli montacarichi e una linea di difesa della fanteria.

Non c'è alcun fossato di sbarramento. Nel maggio 1915 la batteria risultava dotata di 4 pezzi da 87 e questo armamento non è stato mai utilizzato a causa dell'eccessiva distanza dal fronte di guerra.

Stato di conservazione

Pochi resti allo stato di rudere.

Note

(*) http://www.fortificazioni.net/VICENZA/monte_rasta.html

24/08/2018

(**) R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015, pp. 172-174.

Bibliografia

R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015, pp. 172-174.

Sitografia (consultata il 24/08/2018)

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/monterasta/monterasta.php>

http://www.fortificazioni.net/VICENZA/monte_rasta.html





Il forte Monte Rasta. Resti di alcuni passaggi.

Zona del Vicentino

22. Forte (B) di Canove

Comune: Canove (VI)

Data di costruzione: ? - 1914

Proprietà: ?

Latitudine:

45°51'48.3048"N

Longitudine:

11° 27' 56.25" E

Armamento (*)

2 cannoni da 149 mm

Descrizione ()**

“Nota anche come Fortino Stella fu completata nel 1914 e, ritenuta superata, nel maggio 1916 fu destinata a diverso uso [...]. Nel documenti dettagliati Sudtirolo questa Batteria viene citata per l'ultima volta nel 1912. Nel corso del conflitto non ebbe alcun ruolo [...]”.

Stato di conservazione

Nel forte non esiste più nulla; l'unica cosa visibile è un portale delle riserve.

Note

(*) http://www.fortificazioni.net/Batterie_artiglieria/canove%20di%20sotto.html 24/08/2018

(**) R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015, pp. 171-172.

Bibliografia

R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015.

Sitografia

http://www.fortificazioni.net/Batterie_artiglieria/canove%20di%20sotto.html

24/08/2018



Si noti il portale di accesso alle riserve

Zona del Vicentino

23. Forte Campomolon

Comune: Tonezza (VI)

Data di costruzione: 1912 - 1914

Proprietà: Pubblica (Arsiero)

Latitudine:

45°52'19.93"N

Longitudine:

11°17'7.46"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149G (= ghisa)

4 obici da 280 mm. (posti al termine della strada proveniente da Forcella Molon)

2 obici da 280 mm. (sul Cimoncello di Toraro)

4 cannoni da 75 A (a Forcella Valbona)

Descrizione ()**

Forte Campomolon, costruito sull'ex confine italo-austriaco, sopra la cresta montuosa che separa gli altipiani dei Fiorentini e di Tonezza, alla quota di 1853 metri, costituiva la punta più avanzata del sistema di difesa facente parte dello sbarramento Agno-Assa, Agno-Posina.

La costruzione, iniziata nel 1912, non presenta particolari soluzioni ingegneristiche e la sostanziale diversità con le opere austro-ungariche dal punto di vista architettonico e decorativo hanno certamente rappresentato dei limiti dal punto di vista militare; rimasta incompleta, priva delle cupole corazzate e dei previsti quattro cannoni da 149 (A) mm, all'inizio della guerra viene armata da una batteria di obici da 280 mm provenienti dall'artiglieria da costa e collocati nel piazzale del forte insieme a due obici da 210 mm.

Il 19 maggio 1916, a seguito di un violento attacco delle artiglierie austro-ungariche, il forte viene completamente distrutto.

Stato di conservazione ()**

Il forte è stato oggetto di un recente intervento di restauro. Oltre alla pulizia e alla messa in sicurezza del piano incompiuto della batteria con l'installazione dell'impianto di illuminazione, gli interventi hanno interessato in particolare il restauro della galleria con il ripristino delle arcate che ne connotano gli accessi e dei fregi sovrastanti e la complessiva sistemazione del piazzale antistante e della strada di accesso.

Note (*)

<http://www.tramtreniealtro.com/Prima%20Guerra%20Mondiale/Forte%20Campomolon/index.htm>
24/08/2018

(**) Le notizie sono tratte da: R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, pp. 80-81.

Bibliografia

R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015.

L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol. II, Sant'Urbano 2014, pp. 137-141.

Ecomuseo Grande Guerra Prealpi Vicentine (a cura di), *Maso, Enna, Campomolon, Casa Ratti. Forti dello sbarramento Agno-Astico-Posina*, Schio 2014.

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, pp. 80-81.

Sitografia (consultata il 27 agosto 2018)

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/fortecampomolon/fortecampomolon.php>

<http://www.tramtreniealtro.com/Prima%20Guerra%20Mondiale/Forte%20Campomolon/index.htm>

<https://www.magicoveneto.it/altipian/tonezza/Monte-Campomolon-di-Arsiero-Tonezza.htm>



Forte Campomolon. Da notare le mostre delle aperture a ferro di cavallo

Zona del Vicentino

24. Forte Corbin

Comune: Treschè Conca di Roana (VI)

Data di costruzione: 1906 – 1914

Proprietà: Privata

Latitudine:

45°50'0.80"N

Longitudine:

11°23'9.04"E

Armamento (*)

6 cannoni da 149 mm A in cupole girevoli corazzate dello spessore di circa 16 cm

4 cannoni da 87 mm B

Descrizione ()**

Il forte Corbin, con il forte Ratti sulla sponda destra del torrente Astico, si distingue per il compito principale di controllare e difendere la valle dell'Astico. Un'accurata descrizione del forte la si ha nel rapporto del Servizio spionaggio austroungarico del 1912. «Forte Punta Corbin, a prova di bomba e armato con 6 cannoni lunghi da 149 m tipo A, sotto spesse cupole corazzate raggruppate del complesso (A) della Batteria. Fra i pozzi dei cannoni si trovano i depositi di munizioni pronte per l'uso e, al piano di sotto, i locali di pronto intervento e rifugio per circa 130 uomini». A causa della sua posizione notevolmente arretrata rispetto al fronte, già nel corso dell'estate del 1915 il forte viene disarmato. Pesantemente danneggiato dai tiri dei grossi calibri austriaci nel corso della Strafexpedition, il forte viene occupato dalle avanguardie austriache sino al 24 giugno 1916, quando ritorna in mano italiana divenendo un punto di osservazione avanzato soprattutto verso il Cimone di Arsiero.

Stato di conservazione ()**

Il forte si trova allo stato di rudere

Note (*)

<http://www.tramteniealtro.com/Prima%20Guerra%20Mondiale/Forte%20Campomolon/index.htm>
24/08/2018

Bibliografia

R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015, pp. 157-167.

Ecomuseo Grande Guerra Prealpi Vicentine (a cura di), *Maso, Enna, Campomolon, Casa Ratti. Forti dello sbarramento Agno-Astico-Posina*, Schio 2014.

Sitografia (consultata il 15/7/2018)

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/fortecorbin/fortecorbin.php>

<http://www.fortecorbin.it/>

http://www.ecomuseograndeguerra.it/it/wai/p8_a.htm

<http://www.patrimonioculturale.provincia.vicenza.it/musei/scopri-i-musei-e-le-collezioni/122-museo-storico-militare-forte-di-punta-corbin>



Forte Corbin, resti della caserma.



Una panoramica sul Forte Corbin.

Zona del Vicentino

25. Forte Campolongo

Comune: Rotzo (VI)

Data di costruzione: 1908 – 1912

Proprietà: Pubblica

Latitudine:

45°53'19.42"N

Longitudine:

11°23'17.31"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149 mm A in cupole girevoli corazzate dello spessore di 18 cm

4 cannoni da 75 mm B

Descrizione ()**

Costruito a difesa del confine italiano contro l'Impero austroungarico, a 1.720 metri di altitudine, sulla sommità dell'omonimo monte che si eleva sul fianco destro della media Val d'Astico, il forte si trova nel territorio comunale di Rotzo, e si affaccia con pareti a picco sulla sottostante Val d'Assa.

“Forte corazzato a prova di bombe, in costruzione dal 1910”, Forte Campolongo rappresenta una delle più moderne costruzioni operate dal Genio militare italiano, e costituiva con il Forte Verena e il Forte Corbin, la più diretta risposta alla linea dei forti austroungarici.

Dal rapporto del servizio informazioni austroungarico, rileva:

«Nel 1912, il 1 maggio procedono i lavori di scavo e la Batteria è collegata con una galleria al rifugio e al deposito polveri. Il fossato è largo 4 m e profondo 5. La cisterna con i filtri è presso il rifugio. Ad entrambi i lati sono piazzate sue batterie con armamento provvisorio di 4 cannoni da 149. Il 1 dicembre lo stato di avanzamento dei lavori fa presumere il completamento del Forte entro il 1913. Infatti a metà febbraio di quest'anno viene precisato che il blocco della Batteria è finito, che le cupole sono del tipo Schneider, di spessore 140 mm e con rinforzo interno in acciaio da 20 mm».

A parte le batterie di cannoniera realizzate interamente in calcestruzzo non armato, tutto il complesso è costruito in pietra bianca di Asiago.

Nel luglio del 1915 viene gravemente danneggiato dal mortaio austroungarico Skoda da 305 mm appostato a Cost'Alta, e distrutto quasi completamente il 15 maggio 1916 dai colpi che danno inizio all'offensiva di Primavera.

Il 22 maggio è occupato dall'esercito austroungarico, che lo tiene saldamente fino alla fine del conflitto.

Stato di conservazione ()**

Restaurato nell'ambito del progetto “Ecomuseo Grande Guerra delle Prealpi vicentine”, il Forte Campolongo è tutelato dal testo Unico dei Beni Culturali, e l'intervento è stato finanziato con i contributi di cui alla L. 78/2001.

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/VICENZA/Campolongo.html>

(**) Le informazioni in merito agli interventi di restauro sono tratte da:

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, pp. 60-63.

Bibliografia

R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015.

Ecomuseo Grande Guerra Prealpi Vicentine (a cura di), *Interrotto, Verena, Campolongo, Corbin, Lisser, Coldarco. Forti dell'Altopiano*, Schio 2014.

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012.

Sitografia (consultata il 28/08/2018)

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/fortecampolongo/fortecampolongo.php>

<http://www.itinerarigrandeguerra.it/code/74436/Forte-Campolongo>

<http://www.fortificazioni.net/VICENZA/Campolongo.html>



Forte Campolongo, dettaglio del portale d'ingresso.



Forte Campolongo, corridoio della batteria

Zona del Vicentino

26. Forte Verena

Comune: Roana (VI)

Data di costruzione: 1912-1914

Proprietà: Pubblica (una piccola parte è di proprietà privata)

Latitudine:

45°55'50.97"N

Longitudine:

11°24'47.91"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149 A in cupole girevoli corazzate dello spessore di 18 cm

2 mitragliatrici

Descrizione

Costruito fra il 1912 e il 1914 sulla sommità del monte Verena, ad oltre 2000 metri di quota, l'opera corazzata Verena fa parte dello sbarramento Agno-Assa, III settore Asiago e, al pari del forte Campolongo, ha costituito una delle più moderne e importanti realizzazioni dell'ingegneria militare italiana.

La scelta della posizione è stata tatticamente perfetta, potendo tenere sotto tiro entrambi i lati della Val d'Assa, a ragione gli venne attribuito l'appellativo di "Dominatore degli Altipiani".

I lavori di costruzione sono andati avanti molto lentamente per diversi motivi: sia per le difficoltà di trasporto dei materiali e dell'acqua, sia per le condizioni meteorologiche spesso avverse, con ampie escursioni termiche, piogge e nevischio che, plausibilmente, hanno condizionato le proprietà meccaniche del calcestruzzo impiegato.

Dotato di quattro cannoni da 149 mm in cupola corazzata Schneider disposti in linea retta, ad interasse di 10 metri, ed orientati verso Ovest- Nord/Ovest, munito all'estremità destra di un osservatorio corazzato con sottostante camera di comando, parzialmente scavato nella roccia, il forte – un banco di calcestruzzo di pianta rettangolare – si articola su due piani, con asse principale disposto in direzione Nord Est–Sud Ovest.

Sotto la copertura piana in calcestruzzo di notevole spessore (circa 2,5 metri) si trovano le riserve, i locali destinati a conservare le munizioni di pronto impiego. Il vano circolare delle cannoniere è ricavato in un getto di notevolissimo spessore e ad esso si accedeva dal corridoio del primo piano con una scaletta ricavata nel getto di calcestruzzo.

Tutti i locali (alloggi, furerie, depositi, ecc.) sono coperti con volta a botte così anche i due corridoi.

Dal punto di vista dei tipi strutturali al Verena, come in tutti i forti in calcestruzzo semplice, si è preferito adottare il sistema a volte, in modo da sollecitare il materiale solo a compressione, come per le strutture in muratura; per quelle voltate si è scelto di impiegare il calcestruzzo con consistenza crescente dall'interno verso l'esterno, tentando di ottenere moduli di elasticità inferiori negli strati interni e sempre più alti verso l'esterno: risultato ottenuto variando i dosaggi di inerti e mantenendo costante la quantità di cemento.

Il forte è stato inoltre dotato di cisterne per l'acqua potabile, di generatore elettrico, d'impianto

d'aria compressa che veniva utilizzata per l'espulsione dei gas di scoppio dei cannoni e di impianto per la ventilazione e il riscaldamento in alcuni locali.

L'accesso all'opera avveniva per il tramite di un cancello rinserrato tra pilastri che denotano ancora oggi un segno di bellezza architettonica molto singolare in un'opera fortificata.

Appena entrati nel perimetro del forte, si incontra il cofano di gola, necessario per controllare i due lati del fossato scavato nella roccia che, dalla parte destra, scende a picco sulla sottostante valle dell'Assa.

Il 12 giugno 1915, un pesante colpo di granata da 305 mm sparato dalle postazioni austriache della Cost'Alta, riesce a penetrare il parapetto antistante la batteria del Verena e, dopo avere oltrepassato il muro di fondo del locale sottostante la cupola n. 3, esplode all'interno del locale.

Al Forte Verena è ascritto il primato di aver sparato, all'alba del 24 maggio 1915, il primo colpo di cannone dando così inizio alle ostilità sul fronte degli Altipiani.

Travolto, tuttavia, dall'offensiva austroungarica del 1916 Forte Verena è stato occupato dagli Imperiali il 22 maggio ed è rimasto nelle loro mani fino al termine del conflitto.

Oggi le rovine costituiscono la stazione di arrivo di un impianto di risalita a fune e nei locali al suo interno trova posto il motore per la trazione dello stesso.

Stato di conservazione ()**

Il Forte Verena è tutelato dal testo Unico dei Beni Culturali, e l'intervento è stato finanziato con i contributi di cui alla L. 78/2001.

Note

(**) Le informazioni in merito agli interventi di restauro sono tratte da:

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, pp. 68-69.

Bibliografia

R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015.

Ecomuseo Grande Guerra Prealpi Vicentine (a cura di), *Interrotto, Verena, Campolongo, Corbin, Lisser, Coldarco. Forti dell'Altopiano*, Schio 2014.

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012.

Sitografia (consultata il 28/08/2018)

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/ForteVerena/ForteVerena.php>

<https://www.magicoveneto.it/altipian/verena/forte-cima-verena-a-roana.htm>

<http://www.itinerarigrandeguerra.it/code/27051/Forte-Verena>

<http://www.fortificazioni.net/VICENZA/VERENA.html>



Forte Verena, i resti della batteria.



Forte Verena. In primo piano l'impianto di risalita al forte

Zona del Vicentino

27. Forte Lisser

Comune: Enego (VI)

Data di costruzione: 1911-1914

Proprietà: privata

Latitudine:

45°56'42.48"N

Longitudine:

11°39'45.49"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149 mm A in cupole girevoli corazzate dello spessore di 18 cm

2 mitragliatrici

Descrizione

Costruito tra 1911 e 1914 sulla sommità del Monte Lisser, in posizione dominante l'abitato di Enego, il forte fa parte dello sbarramento del Canale del Brenta-Cismon lungo la linea di confine fra il Regno d'Italia e l'Impero d'Austria e Ungheria, oggi confine tra le province di Vicenza e Trentino, con il compito di sbarrare l'accesso in Valsugana.

Dei fortificazioni italiani costruiti sull'altopiano di Asiago, forte Monte Lisser rappresenta l'opera più moderna.

Isolato da un fossato l'edificio è stato costruito su due piani: la sommità con cupole munite di cannoni e, in posizione rialzata, la piattaforma con le mitragliatrici. All'interno del forte c'è anche il posto riservato all'osservatorio, la centrale elettrica con generatore, gli alloggi della truppa e degli ufficiali, cucina, servizi e la polveriera nei sotterranei.

Pur essendo l'edificio corazzato non è stato coinvolto direttamente dagli eventi della Grande Guerra trovandosi distante dalla linea del fronte attivo, per questa ragione all'inizio del conflitto è stato disarmato.

Danneggiato gravemente l'8 giugno 1916, con la rottura del fronte a Caporetto nel novembre 1917 e il trasferimento delle truppe italiane sul fronte del Piave e del Grappa, il forte è stato fatto saltare per non lasciarlo integro in mano agli austro-ungarici.

Stato di conservazione ()**

Il forte è stato utilizzato nel dopoguerra come cava di pietra e più recentemente come supporto per gli impianti di risalita per lo sci alpino.

Ben conservata e di sicuro valore architettonico, oltre che storico, è invece la polveriera ricavata nei sotterranei del forte cui si accede attraverso un'ampia scalinata in pietra.

Il forte è stato oggetto di un intervento di restauro che ha previsto oltre alla rimozione degli impianti esistenti e la parziale pulizia del fossato, un complessivo intervento di messa in sicurezza dell'intera struttura anche con ripristino degli elementi strutturali maggiormente degradati o crollati (solai, volte, murature).

Note

(*) <https://www.montagnando.it/fortificazioni/fortelisser/fortelisser.php>

24/08/2018

Bibliografia

R. Striffler, *Verlag Buchdienst Südtirol/Da Forte Maso a Porta Manazzo. Storia sulla costruzione e impiego dei forti e delle batterie italiani dal 1883 al 1916*, tr. ital. a cura di Giancarlo Fontana, Schio 2015.

Ecomuseo Grande Guerra Prealpi Vicentine (a cura di), *Interrotto, Verena, Campolongo, Corbin, Lisser, Coldarco. Forti dell'Altopiano*, Schio 2014.

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, pp. 64-67.

A. Dolezal Wolfgang, *I forti dimenticati. La linea italiana di difesa tra Val Brenta e Val Cismon e i combattimenti del tardo autunno 1917*, Feltre 1999.

Sitografia (consultata il 28/08/2018)

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/fortelisser/fortelisser.php>

<http://www.itinerarigrandeguerra.it/code/74432/Forte-Lisser>

<http://www.asiagrandeguerra.it/26-forte-lisser/>



Forte Lisser, una foto che lo ritrae prima degli interventi di restauro.



28. Forte Tombion



29. Forte (B) Coldarco



30. Tagliata della Scala



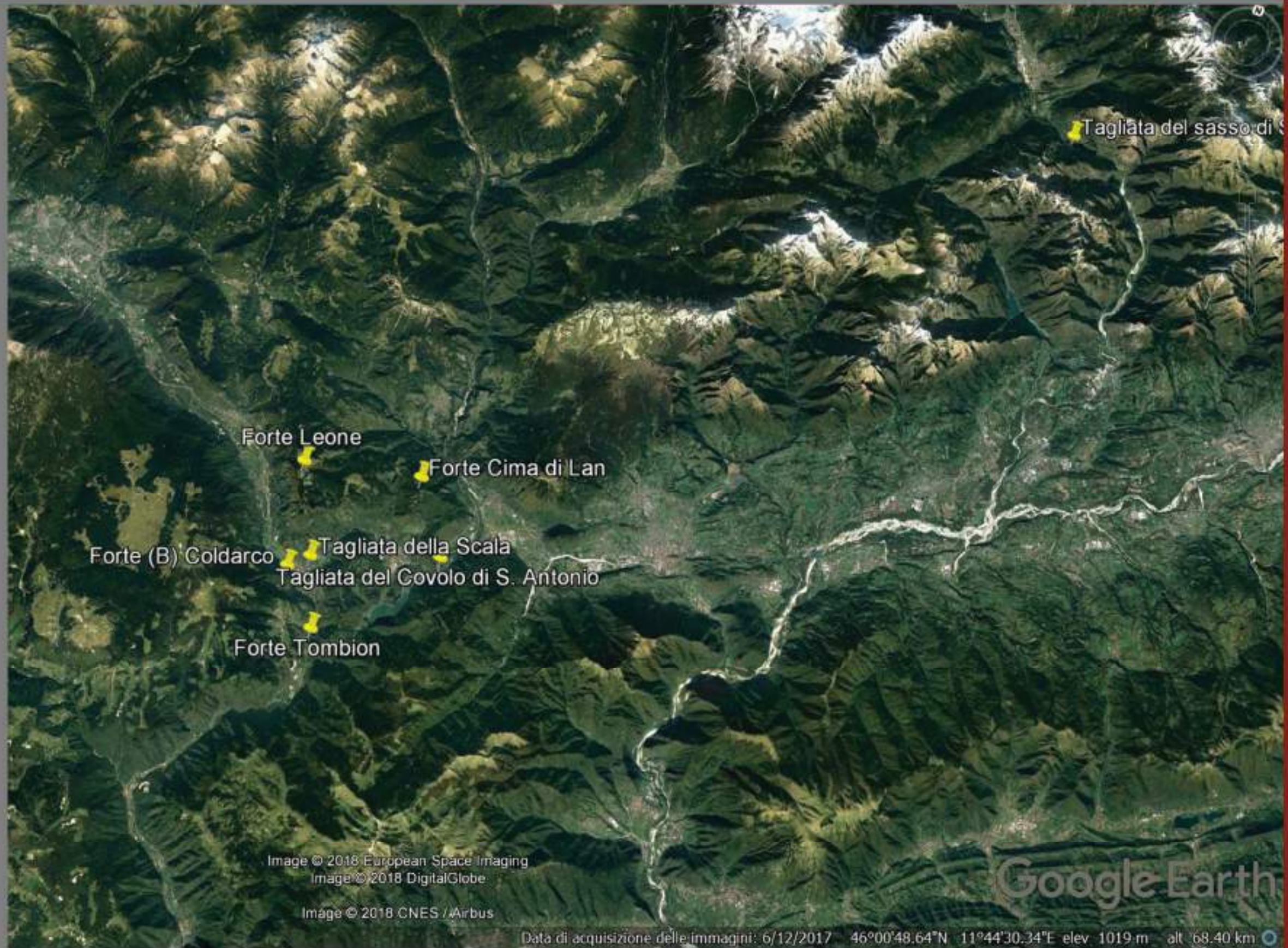
31. Forte Cima di Campo



32. Forte Cima di Lan



33. Tagliata del Covolo di S. Antonio





34. Forte Tagliata di S. Martino



35. Forte Vaccher (au)



36. Forte Tagliata di Venas



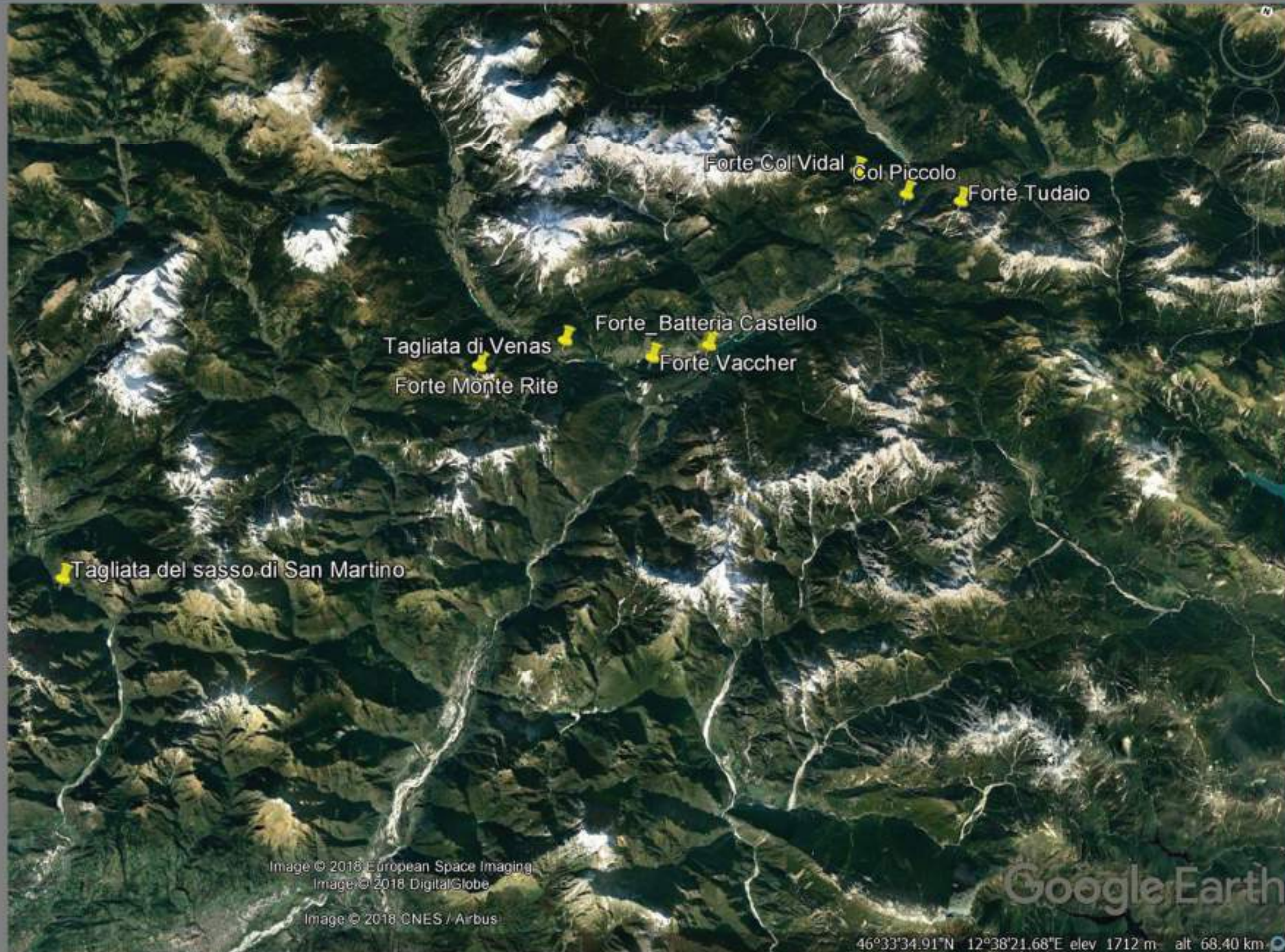
37. Forte Pian dell'Antro



38. Forte Monte Ritte



39. Forte Monte Ricco



40. Forte (B) del Castello



41. Forte M. Tudaio



42. Forte Col Piccolo



43. Forte Col Vidal

Zona del Bellunese

28. Forte Tombion

Comune: Cison del Grappa (VI)

Data di costruzione: 1884 - 1885

Proprietà: ?

Latitudine

45°56'16.55"N

Longitudine

11°43'29.28"E

Armamento(*):

All'inizio l'opera era armata con:

10 obici da 15 GRC/ret, 5 sul fronte nord e 5 sul fronte sud;

4 mortai da 15 AR/ret;

2 cannoni da 9 ARC per la difesa dei fossati.

Nel 1911 l'armamento si era ridotto a:

4 cannoni da 75A sul fronte nord in direzione Primolano;

2 mortai da 149;

4 mitragliatrici Gardner Mod. 1886 da utilizzare a seconda delle necessità sia sul lato nord che su quello sud

Descrizione

Si tratta di un forte di sbarramento, costruito con conci calcarei squadriati, prelevati nelle vicinanze, la cui funzione è stata quella di sbarrare la principale arteria di collegamento lungo la valle del Brenta.

Il forte è costituito da due batterie in casamatta, perpendicolari alla strada, precedute entrambe da due terrapieni e un fossato.

Fra le due batterie si erge un edificio a due piani adibito ad alloggio della truppa.

Un secondo edificio a due piani sorge parallelamente alla strada, sul lato orientale, al fine di ospitare i depositi e gli alloggi degli ufficiali.

Il tutto racchiuso da una cinta muraria munita di feritoie per il fuoco di fucileria.

Ultimato attorno al 1885, il Forte Tombion è già obsoleto allo scoppio della Prima guerra mondiale.

In seguito all'arretramento del fronte dovuto alla sconfitta di Caporetto (1917), il forte viene abbandonato.

Stato di conservazione

Oggi restano visibili i resti della casamatta nord, parte del cortile e della cinta muraria, i resti delle caponiere nord e sud e alcuni vani sotterranei.

Note

(*) L. Girotto, *Forte Tombion. La Sentinella del Canal di Brenta. Storia ed immagini per la visita alla più antica tra le opere permanenti della "Fortezza Brenta-Cison"*, Scurelle 2008, pag. 54

Bibliografia

L. Girotto, *Forte Tombion. La Sentinella del Canal di Brenta. Storia ed immagini per la visita alla più antica tra le opere permanenti della "Fortezza Brenta-Cismon"*, Scurelle 2008.

A. Dolezal Wolfgang, *I forti dimenticati. La linea italiana di difesa tra Val Brenta e Val Cismon e i combattimenti del tardo autunno 1917*, Feltre 1999.

Sitografia (consultata il 5/09/2018)

<https://www.montagnando.it/ut/db/forte-tombio/forte-tombio.php>

http://www.trentinograndeguerra.it/context.jsp?area=100&ID_LINK=242&id_context=139





Forte Tombion. In alto una foto di ciò che resta della caponiera.

Zona del Bellunese

29. Forte Coldarco

Comune: Enego (VI)

Data di costruzione: 1912-1914

Proprietà: ?

Latitudine:

5°57'30" N

Longitudine:

11°41'59" E

Armamento

4 cannoni da 75 A

Descrizione

Costruita tra il 1912 e il 1914, la batteria in caverna di Coldarco (conosciuta come fortino Stella) è servita a integrare l'azione dei forti Lisser e di Cima Campo battendo la sottostante Valsugana.

Scavata interamente nella roccia l'opera si costituisce di una lunga galleria di circa 300m, in funzione di corridoio di manovra, da cui si diramano 5 gallerie affacciate a fondovalle: la prima come osservatorio mentre le altre si allargano in piccole casematte protette da piastre di corazzatura in acciaio nichel che ospitavano un pezzo scudato da 75 A su affusto a candeliera.

Sul lato sinistro della galleria principale, ed all'estremità di quest'ultima, sono inoltre state ricavate le riserve per munizioni.

L'intera struttura è pavimentata e rivestita interamente in calcestruzzo con un sistema di canalette che raccoglievano l'acqua convogliandola nella cisterna costruita a destra dell'ingresso della galleria principale.

Stato di conservazione

Il restauro del forte è rientrato nell'ambito Progetto per la tutela e valorizzazione del patrimonio storico della prima Guerra Mondiale sugli Altipiani Vicentini, i cui lavori si sono avviati nel maggio 2005. Gli interventi hanno portato alla completa pulizia e messa in sicurezza della batteria in caverna riportando alla luce le parti ancora ben conservate dell'originaria struttura. Si è inoltre provveduto alla ricostruzione a fini didattici della postazione n. 3 con l'installazione di una copia del pezzo che ha armato la batteria ed alla messa in opera dell'impianto d'illuminazione.

È stata recuperata la vasca d'acqua situata a ridosso dell'ingresso della batteria e la trincea, ancora perfettamente conservata, che la collegava con l'edificio del comando.

Bibliografia

Ecomuseo Grande Guerra Prealpi Vicentine (a.c.): *Interrotto, Verena, Campolongo, Corbin, Lisser, Coldarco. Forti dell'Altopiano*, Schio 2014.

R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, pp. 70-71.

Luca Girotto: *Forte Tombion. La Sentinella del Canal di Brenta. Storia ed immagini per la visita alla più antica tra le opere permanenti della "Fortezza Brenta-Cismon"*, Scurelle 2008.

Luca Girotto: *1866-1918 Soldati e fortezze tra Asiago ed il Grappa. Storia ed immagini dello sbarramento Brenta-Cismon dal Risorgimento alla Prima Guerra Mondiale*, Novale di Valdagno 2002.



Foto dell'ingresso al forte

Zona del Bellunese

30. Forti di Primolano

Tagliata della Scala-Primolano

Comune: Arsiè

Data di costruzione: 1892-1904

Proprietà: ?

Latitudine

45°57'55.46"N

Longitudine

11°42'36.11"E

Armamento (*)

8 cannoni da 120 mm

2 cannoni da 75 mm

2 mitragliatrici

Descrizione

Il vasto sistema di difesa statica di Primolano, ultimato presumibilmente entro il 1910, si costituisce di due forti di sbarramento collegati da un camminamento protetto.

La Tagliata Scala è costituita da una casamatta fortificata, con copertura a prova di bomba, affiancata da una postazione per artiglieria all'aperto.

La funzione è anche di sbarramento diretto del passo che da Primolano conduce a Fastro e quindi nel feltrino, e indirettamente la rotabile della valle del Brenta.

Il forte è costruito in blocchi di pietra su due piani ed uno parzialmente interrato. In quest'ultimo ci sono otto locali, con il soffitto a volta, collegati da un corridoio. Hanno tutti una feritoia verticale verso valle e porte e finestre verso il fossato esterno. Si può anche salire al corpo di guardia dotato di feritoie che è in grado di battere tutte le direzioni. Al corpo di guardia confluisce la galleria (caponiera) che scende dal sovrastante Forte Tagliata Fontanelle.

La Tagliata Fontanelle ha avuto anche la funzione tattica di proteggere la Scala da eventuali infiltrazioni provenienti dalla Valle del Cismon attraverso Arsié.

Si tratta di un complesso fortificato costituito da una casamatta per l'artiglieria, una caserma e una torre. Il collegamento con la Scala viene assicurato da un camminamento coperto in grado di permettere il trasferimento protetto di truppe da un forte all'altro.

Entrambi i forti sono stati abbandonati dalla guarnigione italiana attorno al 12 novembre 1917, per poi essere occupati il 13 novembre dagli austriaci della brigata da montagna.

Prima di lasciare la Scala, sono stati fatti scoppiare i depositi di munizioni, provocando due vistose brecce ancora oggi visibili nella casamatta del forte.

A differenza del forte Tombion, le strutture del complesso Scala-Fontanelle sono in gran parte sopravvissute e rimangono a tutt'oggi un elemento irrinunciabile del paesaggio primolanese.

Stato di conservazione:

Discreto

Note

<http://www.itinerarigrandeguerra.it/code/74447/Forte-Tagliata-della-Scala-di-Primolano>
25/08/2018

Bibliografia

Wolfgang Alexander Do'ezal: *I Forti Dimenticati: la linea italiana di difesa tra Val Brenta e Val Cismon e i combattimenti del tardo autunno 1917*, Feltre 1999.

Luca Girotto: *I forti di Primolano: un "Giano bifronte" - tagliata della Scala e tagliata delle Fontanelle: due fortezze, un unico scopo: storia ed immagini per la visita al più imponente complesso fortificato dello "sbarramento Brenta-Cismon"*, Scurelle 2010.

Sitografia (consultata il 25/08/2018)

<http://www.itinerarigrandeguerra.it/code/74447/Forte-Tagliata-della-Scala-di-Primolano>

<http://www.arsie.info/it/temi/attrazioni-da-vedere-e-visitare/72-fortezze/57-forte-tagliata-della-scala.html>



Tagliata della Scala.

Zona del Bellunese

31. Forte Cima di Campo o Forte Leone

Comune: Arsìè (BL)

Data di costruzione: 1906-1912

Proprietà: ?

Latitudine:

45°59'58.43"N

Longitudine:

11°41'19.99"E

Armamento (*)

6 cannoni da 149 A in cupole corazzate girevoli

5 mitragliatrici tipo Gardner in torrette blindate.

Descrizione

Il Forte Cima di Campo, chiamato anche Forte Leone, è stata la fortificazione militare italiana più importante dello sbarramento Cison-Brenta. I lavori sono iniziati nel 1906, per poi terminare nel 1912 su un terreno a 1502 metri s.l.m., poco distante dal confine con l'Austria-Ungheria e la Valsugana.

Il suo compito è stato di presidiare il valico vicino e tutta la parte più orientale del Lagorai, luogo di numerose battaglie nel primo biennio di guerra. Come altre strutture simili però, il forte non è mai entrato in azione. Dopo la disfatta di Caporetto e il conseguente arretramento della linea italiana, il forte è stato occupato dagli austro-ungarici (12 novembre 1917) fino al termine della Grande Guerra. Come il ben più noto forte Belvedere di Lavarone, si tratta di una fortificazione realizzata secondo i canoni più "moderni" della guerra di posizione di inizio Novecento.

Interamente circondato da un fossato (oggi ricoperto), il Forte Cima di Campo si compone di una grande caserma per l'alloggio delle truppe, una serie di casematte lungo il perimetro della cinta muraria per la difesa ravvicinata e una grande cannoniera in grado di ospitare 6 cannoni da 149 mm in acciaio su cupole girevoli. Un edificio, munito anche di osservatorio, lungo 81 metri e coperto da uno strato di 2,5 metri di calcestruzzo.

Le 12 casematte si trovavano parzialmente sotto il livello del terreno in modo da assicurare dei passaggi sicuri per i soldati. Al loro interno sono stati installati i sostegni per mitragliatrici, per 6 cannoni da 75 mm nonché 5 torrette a scomparsa su cui trovano posto altrettante mitragliatrici, così da completare l'armamento principale del forte. La caserma invece è a due piani, lunga 81 metri e larga 13, appoggiata direttamente alla parte rocciosa sud-orientale del monte. Al suo interno trovano spazio gli alloggi dei soldati ed i magazzini. Lì vicino si trova anche il montacarichi che portava in superficie i proiettili, spostati poi all'interno del forte grazie ad un sistema di rotaie.

Stato di conservazione:

Se si escludono la facciata principale e le postazioni per cannoni (fatte esplodere dagli stessi soldati italiani poco prima dell'occupazione austro-ungarica) molte parti sono ancora in buono stato.

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/CimadiCampo.htm>

25/08/2018

Bibliografia

I. Galifi, *Guida ai forti, trincee e musei all'aperto. Bolzano-Trento-Belluno*, Treviso 2017.

L. Girotto: *1866-1918: soldati e fortezze tra Asiago e il Grappa. Storia ed immagini dello sbarramento Brenta-Cismon dal Risorgimento alla prima guerra mondiale*, Novale di Valdagno 2002.

A. Dolezal Wolfgang, *I forti dimenticati. La linea italiana di difesa tra Val Brenta e Val Cismon e i combattimenti del tardo autunno 1917*, Feltre 1999.

Sitografia:

<http://www.itinerarigrandeguerra.it/code/27527/Forte-Cima-di-Campo-Leone>

15/07/2018



Forte Cima di Campo

Zona del Bellunese**32. Forte Cima di Lan****Comune:****Data di costruzione:** 1908-1914**Proprietà: ?****Latitudine:**

46° 0'34.33"N

Longitudine:

11°45'21.67"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149 A in cupole corazzate girevoli

1 cupola corazzata adibita ad osservatorio

4 torrette corazzate a scomparsa del tipo Gruson equipaggiate con mitragliatrici tipo Maxim

Descrizione

Il forte di Cima Lan fa parte dello sbarramento Brenta-Cismon.

I lavori di costruzione, iniziati nel 1908, non sono stati mai ultimati allo scoppio della Prima guerra mondiale. Il forte Cima Lan era formato da un parallelepipedo in calcestruzzo di due piani, ed al suo interno erano presenti anche una cucina, due posti di guardia e tre camerate.

Il fronte di gola è dotato di finestre ed ingresso a prova di fucile, oltre che di un cancello metallico a due battenti ed un ponte metallico retraibile.

Essendo distante dal fronte, il forte non è stato importante ai fini del conflitto; tuttavia, viene fatto saltare in aria durante la ritirata per evitare che cadesse in mano agli austriaci.

Stato di conservazione:

Distrutto. Si conserva soltanto la stanza destinata a centrale elettrica e la Santa Barbara.

Note

(*) http://www.wikiwand.com/it/Forte_Cima_Lan#/Vie_d'accesso

25/8/2018

Bibliografia

W. A. Do'ezal: *I Forti Dimenticati: la linea italiana di difesa tra Val Brenta e Val Cismon e i combattimenti del tardo autunno 1917*, Feltre 1999.

L. Giroto: *1866-1918: soldati e fortezze tra Asiago e il Grappa. Storia ed immagini dello sbarramento Brenta-Cismon dal Risorgimento alla prima guerra mondiale*, Novale di Valdagno 2002.

Sitografia:

Forte di Cima Lan

<https://www.montagnando.it/fortificazioni/ForteCimaLan/ForteCimaLan.php>

15/07/2018

http://www.wikiwand.com/it/Forte_Cima_Lan#/Vie_d'accesso

25/08/2018



Vista dei ruderi del forte Cima di Lan.

Zona del Bellunese

33. Tagliata del Covolo di S. Antonio

Comune:

Data di costruzione: 1908-1914

Proprietà: ?

Latitudine

Longitudine

Armamento (*)

4 cannoni da 120 mm in casamatta e due pezzi da 42 mm a tiro rapido

2 mitragliatrici Gardner

Descrizione ()**

Situato lungo la strada che da Fonzaso porta verso la zona di Primiero, a nord-ovest di Feltre, oggi detta la “Strada dei forti”, deve il nome al fatto che è stato costruito a lato di un capitello dedicato a Sant’Antonio. Come molte altre opere italiane anche questa si trova fuori dalla zona delle operazioni belliche e pertanto è stata disarmata quasi completamente; nel caso specifico è stata degradata al ruolo di semplice polveriera.

La Tagliata del Covolo di Sant’Antonio sorge su uno slargo della cengia, una sorta di piazzale ottenuto con lo scoppio di mine. Essendo una tagliata stradale (come quella della Scala), la costruzione si addossa alla parete rocciosa, permettendo così il transito dei mezzi e delle persone esclusivamente fra l’opera vera e propria e lo strapiombo sul torrente Cismon.

Si distingue per la pianta a ferro di cavallo e numerose feritoie per fucilieri con il compito di controllare la strada medesima; è munita inoltre di due ponticelli metallici retraibili attraversati dalla strada stessa.

Per quanto riguarda l’armamento, quello principale consiste in 4 cannoni da 120 mm in casamatta (Ghisa o altro, dipende dalle fonti) e 2 pezzi da 42 mm a tiro rapido; alla data del maggio 1915 si contano solo tre pezzi da 42 a tiro rapido e l’armamento secondario, quest’ultimo composto da due mitragliatrici *Gardner*.

Stato di conservazione

Distrutto

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Tagliataantonio.htm>

25/09/2018

(**) Le informazioni sono interamente tratte da:

<http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Tagliataantonio.htm>

15/07/2018

Bibliografia:

L. Giroto: *1866-1918: soldati e fortezze tra Asiago e il Grappa. Storia ed immagini dello sbarramento Brenta-Cismon dal Risorgimento alla prima guerra mondiale*, Novale di Valdagno 2002.

A. Dolezal Wolfgang, *I forti dimenticati. La linea italiana di difesa tra Val Brenta e Val Cismon e i combattimenti del tardo autunno 1917*, Feltre 1999.

Sitografia:

Tagliata Sant'Antonio

<http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Tagliataantonio.htm>

15/07/2018



Due immagini dell'ingresso alla Tagliata: prima e dopo l'intervento di consolidamento.

Zona del Bellunese

34. Tagliata del sasso di san Martino

Comune: Rivamonte Agordino (BL)

Data di realizzazione: ante 1887

Proprietà: Demanio dello Stato

Latitudine

46° 14' 57.0012" N

Longitudine

12° 4' 3.8172" E

Armamento

Solo fucileria.

Descrizione

La Tagliata di S. Martino, nella zona di Rivamonte Agordino è un contrafforte roccioso e isolato posto ai piedi del Sasso di S. Martino, sulla riva destra del Cordevole, fra il Ponte del Cristo e Ponte della Muda, ovvero l'antica postazione difensiva fondata già in epoca medievale per il controllo delle merci lungo la strada che collega Belluno e Agordo.

Fra 1883 e 1887 l'antico presidio è stato rafforzato con la costruzione di più edifici disposti a formare la tagliata sulla rotabile realizzando una *blockhaus* soprastante e alcune casermette nascoste sulla sommità del Sasso.

Nei giorni successivi, a seguito della rotta di Caporetto, le truppe italiane della IV Armata vengono richiamate dal fronte delle Dolomiti per essere trasferite sulla linea difensiva del Piave e del Grappa e, nell'attraversare la Tagliata di San Martino, al fine di interrompere la strada ostacolando eventuali attacchi da parte delle truppe austroungariche, il fortilizio viene minato e fatto esplodere.

Stato di conservazione.

Rudere

Bibliografia:

L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol. II, Sant'Urbano 2014, pp. 67-68.

Sitografia:

Tagliata di San Martino

<http://luoghi.centenario1914-1918.it/it/teatrodiguerra/tagliata-di-san-martino>

15 luglio 2018



Tagliata del sasso di S. Martino, ruderi.

Zona del Bellunese

35. Forte Col Vaccher (au)

Comune: Pieve di Cadore (BL)

Proprietà: Privata

Data di realizzazione: *ante* 1885

Latitudine

46°24'50.96"N

Longitudine

12°20'57.80"E

Armamento (*)

8 cannoni da 120 mm. (o 150 mm a retrocarica, la notizia è incerta)

Descrizione

La costruzione del forte Col Vaccher è stata progettata dal Comando Supremo a difesa del triangolo, a confluenza tra la valle del Boite e la valle del Piave per controllare il tratto di strada in direzione Tai di Cadore e il settore Monte Zuco-Crepa Rossa.

Facciata dritta con profilo di terrapieno e parapetto di 8 metri suddiviso in 4 parti da 5 traverse cave; asse principale posto in direzione dell'abitato di Venas; piattaforme con due cannoni di medio calibro.

Sulla destra del forte la parte compresa tra l'ultima traversa e il punto di spalla attrezzata per la difesa della fanteria, ha garantito l'uso di cannoni da campo.

I due fianchi del forte non sono paralleli tra loro e non evidenziano particolari difese sulla copertura. All'estremità del fianco destro si trovano le casamatte.

Tutti i locali dei fianchi e della gola del forte vengono progettati in modo da essere comunicanti fra loro. Un fossato largo 8 - 10 metri concluso a nord da un muro a picco su un pendio scosceso si antepone alla facciata.

Prospiciente al fossato si trova una spianata larga 10 metri simile ad un potente terrapieno inclinato nella parte anteriore e murato nella parte destra.

Davanti al fianco sinistro e per metà della gola corre un fossato d'impedimento largo e profondo 5 metri che si completa con la controscarpa in muratura.

Le munizioni vengono conservate nel magazzino principale scavato nella dura roccia sotto il livello del cortile. Una cisterna con capacità di circa 550 mila litri d'acqua permette un'abbondante provvista d'acqua.

Scopo principale dell'opera è di controllare la valle del Boite nel tratto di strada verso Tai.

Esso ha una facciata diritta, con profilo di terrapieno e parapetto di 8 metri, suddiviso in 4 parti da 5 traverse cave, e con l'asse principale diretto verso Venas.

Ciascuna delle piattaforme scandite dalle traverse viene progettata e costruita in modo da poter ospitare due cannoni di medio calibro, mentre la parte compresa tra l'ultima traversa di destra ed il punto di spalla è attrezzata per la difesa della fanteria, consentendo anche l'uso di cannoni da campo.

Dal fianco sinistro e dalla gola la difesa può avvenire dalle casematte, mentre sulla facciata e sul fianco destro si può operare tramite un camminamento protetto da un parapetto: solo all'estremità, dove il fianco destro si congiunge alla facciata, vengono ricavate delle casematte.

Tutti i locali dei fianchi e della gola sono comunicanti tra di loro e con le casematte della facciata, nonché con le traverse cave e il camminamento di comunicazione ricavato all'interno del parapetto.

Una rampa porta dallo stretto cortile interno al piano di copertura, da cui è possibile raggiungere il terrapieno attraverso il terrazzo del fianco sinistro oppure tramite un ponte armato a destra del cortile.

Alla facciata è anteposto un fossato largo 8-10 metri, concluso a nord da un muro a picco su un pendio scosceso, con una scarpa inclinata (rapporto 1:1 = pendenza 45%) ed una controscarpa in muratura liscia alta 5 metri.

Davanti al fossato si trova una spianata larga 10 metri, ben visibile anche da lontano e simile ad un potente terrapieno inclinato nella parte anteriore (pendenza 45%), murato nella parte destra ed alto circa 30 metri nella parte più elevata.

Davanti al fianco sinistro, come pure per metà della gola, compresa la caponiera, corre un fossato d'impedimento largo 5 metri ed altrettanto profondo, con controscarpa in muratura.

Dal fianco destro e dalla parte destra della gola l'inaccessibilità viene garantita da una controscarpa in muratura, mentre il fossato della facciata e del fianco sinistro è difeso da uno sporto (caponiera) di spalla dotato di 6 aperture, delle quali due verso il fossato della facciata ed una verso quello del fianco.

Gli austriaci sono sempre stati convinti che le aperture fossero state costruite per l'impiego di cannoni a tiro rapido. Alla difesa del fianco destro è preposta pure nel punto di spalla una semicaponiera d'angolo, costruita su una ripida roccia e difendibile dal terrapieno superiore; essa è fornita di due piombatoi per la copertura della scarpa e della gettata di ghiaia e pietrame ad essa antistante.

La gola è difesa invece da una caponiera a due piani dotata di aperture in ogni direzione, presumibilmente progettata anch'essa per l'installazione di cannoni a tiro rapido.

Davanti al fianco destro e alla gola viene ricavata una spianata di sassi e ghiaia, il cui punto più alto supera il livello del terreno naturale di 40 m circa in corrispondenza del punto di spalla destro, di 30 m. circa nel punto di gola destro e di 15 m circa nel punto di gola sinistro.

Il fossato di gola è attraversato da un ponte rilevabile che permette l'accesso all'entrata principale, sbarrata da un portone di legno coperto di lamiera di ferro, e quindi al cortile e agli adiacenti vani delle numerose casematte.

Il magazzino principale delle munizioni, si trova a destra della caponiera della gola e sotto il livello del cortile, scavato nella viva roccia con mine. Si pensa che tale magazzino fosse in comunicazione con i vani delle casematte poste sotto la facciata mediante una postierla ed una scala, e che tramite gli elevatori posti lungo il camminamento interno le munizioni venissero direttamente portate alle piattaforme dei cannoni.

Per l'approvvigionamento dell'acqua le casematte sono state munite nella parte sottostante, a destra dell'ingresso principale, di una grande cisterna capace di 550.000 litri.

Stato di conservazione

Fortemente degradato.

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Colvaccher.htm> 24/08/2018
<http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Colvaccher.htm> 15/07/2018
<http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/venas.html> 24/08/2018

Bibliografia

W. Musizza, G. De Donà, *I Forti di Monte Ricco, Batteria Castello e Col Vaccher con le altre difese del Campo trincerato di Pieve di Cadore (1866-1918)*, Rasai di Seren del Grappa (BL) 2014.
L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol I, Sant'Urbano 2014, pp. 35-37

Sitografia:

Forte Col Vaccher
<http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Colvaccher.htm> 15/7/2018
Forte Col Vaccher
(*) <http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/vaccher.html> 15/7/2018
Forte Col Vaccher
<http://luoghi.centenario1914-1918.it/it/teatrodiguerra/forte-col-vaccher> 15/7/2018
La grande guerra sulle dolomiti
<http://www.peritiminerari.it/site/ellOr-ConTenTT/uploads/2015/10/11-FORTIFICAZIONI-c.pdf> 15/7/2018



Ingresso al forte Col Vaccher.

Zona del Bellunese

36. Forte Tagliata di Venas

Comune: Venas di Cadore (BL)

Proprietà: ?

Data di realizzazione: 1908 -1914

Latitudine

46° 24' 26.9676" N

Longitudine

12° 16' 58.1376" E

Armamento (*)

Una batteria da 75 A

Due mitragliatrici Perino mod.1906

Descrizione ()**

Si trova nella zona intermedia tra gli abitati di Venas e Vodo di Cadore, lungo la strada Statale d'Alemagna nel territorio comunale di Valle di Cadore in provincia di Belluno.

I lavori sono iniziati nel 1911. Individuato nella zona tra Venas e Vodo un punto debole nella Fortezza Cadore-Maè, si è pensato di costruire una tagliata che, integrandosi con la sovrastante opera di Pian dell'Antro e quella di Monte Rite, proteggesse il fronte ovest da eventuali infiltrazioni da Cortina.

Per tale opera sono state stanziare L.700.000. Il manufatto è costruito in pietra e il suo sviluppo avviene sul pianterreno, che ospita inoltre la cucina, la mensa, gli uffici ed i servizi igienici, mentre nel primo piano trovano posto il magazzino e la camerata.

Dal pianterreno, parte una galleria che arriva alla postazione delle mitragliatrici.

Ancor prima di giungere alla postazione vi è una riseretta per le munizioni.

Ad ovest della tagliata, viene costruito un ponte in legno sulla strada.

Il principale obiettivo assegnato alla tagliata sarebbe dovuto essere quello di battere la rotabile nel tratto della svolta corrispondente al Rio Ruvinian (oggi km 82 SS 51), situata in angolo morto rispetto all'opera di Pian dell'Antro.

L'importanza della tagliata è però destinata a scemare non appena ultimato il forte di Monte Rite.

Stato di conservazione

Buono

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Venas.htm>

24 agosto 2018

(**) <http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/venas.html>

15 luglio 2018

<http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/venas.html>

15 luglio 2018

Sitografia (consultata il 15/7/2018)

Tagliata di Venas

<http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Venas%202012.htm>

<http://luoghi.centenario1914-1918.it/it/teatrodi guerra/tagliata-di-venas>



Tagliata di Venas.



Tagliata di Venas. Dettagli delle mostre di porte e finestre.

Zona del Bellunese

37. Forte Pian dell'Antro

Comune: Venas di Cadore (BL)

Proprietà: ?

Data di realizzazione: 1911 -1914

Latitudine

46°24'34.69"N

Longitudine

12°17'6.20"E

Armamento (*)

Quattro cannoni da 149 A su cupola girevole corazzata tipo Armstrong in acciaio al nichelio dello spessore di 140 mm

Tre cannoni da 149 G in postazione in caverna oltre a due mitragliatrici in postazione blindata a scomparsa

Descrizione

Il forte di Pian dell'Antro costituiva l'opera bassa alla chiusa di Venas ideata per agire in sinergia con l'opera alta del forte di monte Rite e con la tagliata costruita sulla sottostante Statale 51 d'Alemagna.

L'edificio costruito fra 1911 e 1914 dal Genio Militare fa parte della Fortezza Cadore-Maè.

La facciata della caserma, costruita su due piani, è lunga 60 m, larga 10 m ed è caratterizzata da un prospiciente piazzale di notevoli dimensioni.

Un corridoio sulla destra dell'edificio collegava la lunga galleria dotata di rotaia dal deposito e laboratorio di preparazione delle cariche alla batteria.

Gli accessi alla polveriera si trovavano sul fianco destro dell'edificio, da qui un'altra galleria lunga 20 metri circa conduceva al deposito munizioni e seguitando, percorrendo il corridoio di 13 metri, raggiungeva i quattro depositi di balistite scavati nella viva roccia.

A sud della batteria posta a strapiombo sulla valle del Boite sopra la tagliata, si trovavano le tre cannoniere della postazione d'artiglieria, protetta e nascosta nella caverna, a difesa della Statale 51 d'Alemagna in direzione di Cortina.

Il forte era dotato di elevatori per proiettili, acquedotto, lavatoio, sala di trasformazione e cabina elettrica di comando, sala generatori, infermeria e ambulatorio, oltre che ampi magazzini e servizi igienici.

Il complesso sistema di difese complementari dell'edificio era sviluppato attorno al forte tramite muri, trincee e camminamenti coperti per assicurare sicurezza all'impianto da possibili colpi degli avversari.

Il cuore del forte era costituito dalla batteria corazzata a forma di U rovesciata lunga 56 m, larga da 15 a 20 m, con fronte principale dritta rivolta in direzione nord-ovest della valle del Boite, di San Vito di Cadore e Cortina d'Ampezzo dove si trovava l'antica frontiera con l'impero d'Austria in località Dogana Vecchia.

Dopo la rottura del fronte a Coporetto i soldati italiani in ritirata danneggiarono in parte le cupole del forte e con cariche di dinamite fecero saltare la strada nei pressi della chiesa.

Dopo più di cento anni dalla costruzione ancor oggi il forte rimane un'opera ben rifinita ed è ritenuto uno dei migliori esempi di architettura militare in Cadore.

È costruito in muratura con pietrame e malta; all'esterno gli elementi lapidei sono lavorati a scalpello, sagomati nei fori delle porte e finestre che si completano con cornicioni marcapiani a vari livelli.

Stato di conservazione

Discreto

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Piandellantro.htm>

24/08/2018

Bibliografia

L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol. I, Sant'Urbano 2014, pp. 41-2

Sitografia (consultata il 15/08/2018):

Forte Pian dell'Antro

<http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Piandellantro.htm>

<http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/antro.html>



Foto del forte Pian dell'Antro (da MSGR)



Forte Pian dell'Antro (particolare delle finestre e dell'ingresso)

Zona del Bellunese

38. Forte di Monte Rite

Comune: Cibiana di Cadore (BL)

Proprietà: Demanio dello Stato

Data di realizzazione: 1911

Latitudine

46°23'2.26"N

Longitudine

12°15'16.41"E

Armamento (*)

Quattro cannoni da 149 A su cupola girevole corazzata tipo Armstrong in acciaio al nichelio dello spessore di 140 mm

Tre cannoni da 149 G in postazione in caverna oltre a due mitragliatrici in postazione blindata a scomparsa

Descrizione ()**

A seguito di una visita in Cadore nel 1910, il capo di Stato Maggiore dell'esercito italiano tenente generale Alberto Pollio, rimasto favorevolmente colpito dai vantaggi che avrebbe ottenuto l'esercito italiano da una postazione di difesa e attacco sul monte Rite, così da permettere la vista a 360°, incarica prontamente i tecnici del Genio Civile di Belluno di realizzare una rotabile per raggiungere la vetta da Forcella Cibiana (1530 m). Proprio la posizione mette in condizione di realizzarvi una struttura fortificata ad uso militare, con batteria, caserma, polveriera, magazzini e osservatorio. I lavori di costruzione sono iniziati nel 1911. L'edificio del forte è anticipato dalla caserma a due piani, lunga 61,5 m e larga 6,30 m, con un'altezza media di 7,15 m.

Il pianterreno, con otto vani, ospita magazzini, servizi igienici, cucina e mensa. Il primo piano, con dieci vani, è riservato a ospitare camerate e uffici. Dal piazzale della caserma, sul fianco sinistro e sul lato di ingresso alla suddetta galleria-intercapedine, prosegue l'ultimo tratto della strada verso gli accessi principali della polveriera e della batteria.

Nella parte sinistra del forte vengono ricavate tre grandi vasche per la raccolta dell'acqua piovana (110 mc circa). Sulla destra del prospiciente piazzale inizia la mulattiera che conduce alla vetta vera e propria, detta "quota batteria"; proseguendo si raggiunge l'osservatorio d'artiglieria e la croce di monte Rite.

L'accesso al coperto della batteria viene assicurato dalla galleria scavata nella roccia con soffitto a volta e rivestimento di mattoni forati, lunga 52,60 m, larga 1,45 m, alta 2,70 m.

La galleria termina con una gradinata di circa 20 m.

La polveriera del forte si raggiunge attraversando una galleria scavata nella roccia lunga 34,50 m, con andamento spezzato e rotazione complessiva di circa 80°, larga 1,30 m, alta circa 2,50 m.

Il vano scale (3,35 x 3,35 m) si raggiunge dal corridoio di destra lungo 15,50 m, che permette di superare l'elevatore per le munizioni percorrendo una serie di rampe e un dislivello di circa 12 m.

La batteria consiste in un blocco di calcestruzzo a forma di U rovesciata, liscio sulla parte superiore, lungo 81 m e largo 19,50 m all'estremità, e 15 m al centro, compreso il muro d'intercapedine.

Dopo la rotta di Caporetto, il forte, abbandonato dalle truppe italiane trasferite sul fronte del Piave e Grappa, viene bombardato da Vodo di Cadore dall'artiglieria austro ungarica.

Frammenti delle cupole vengono recuperate dai tecnici del genio militare.

Stato di conservazione

Il Forte oggi è sede del Messner Mountain Museum Dolomites.

Il museo all'interno narra la storia dell'esplorazione e dell'alpinismo dolomitico.

Nella galleria trovano spazio, dalla collezione Reinhold Messner, quadri e opere rappresentanti le Dolomiti dal Romanticismo fino all'arte contemporanea.

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Monteritte.htm>

24 agosto 2018

(**) Le informazioni sono tratta da:

<http://www.itinerarigrandeguerra.it/code/74429/Forte-di-Monte-Rite>

24 agosto 2018

Bibliografia

L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol. I, Sant'Urbano 2014, pp. 43-48.



Forte Monte Rite. Foto aerea.

Zona del Bellunese

39. Forte di Monte Ricco

Comune: Pieve di Cadore (BL)

Proprietà: ?

Data di realizzazione: ?

Latitudine

46°25'33.92"N

Longitudine

12°22'37.70"E

Armamento (*)

Quattro cannoni da 120 mm (o 150 mm a retrocarica).

Descrizione ()**

Forte italiano di seconda linea, appartenente al sistema difensivo chiamato “Ridotto Cadorino” o “Fortezza Cadore-Maè”, sorge sulla cima che sovrasta il paese di Pieve di Cadore a quota 953 metri s.l.m., e a 200 metri in linea d’aria dalla Batteria Castello, in località Sottocastello, costruzione molto simile, anche se di dimensioni minori.

La facciata è diritta, con profilo di terrapieno, divisa in due parti regolari da tre traverse cave, due alle estremità e una al centro, così da creare due piattaforme larghe circa 10 metri, adatte alla postazione di cannoni di medio calibro e collegate mediante scale con i pendii del terrapieno.

I fianchi cadono perpendicolari rispetto alla facciata, e con la gola parallela racchiudono uno stretto cortile, mentre nel sottosuolo sono state ricavate casematte a un piano; di queste ultime alcune si affacciano con finestre al fossato e sono attrezzate per la difesa della fanteria, avendo sopra di sé, sulla copertura, un terrapieno adibito al medesimo scopo. Una postazione di fanteria viene inoltre collocata sul fianco destro, in posizione leggermente più bassa, e accessibile dai vani stessi delle casematte sottostanti. Facciata e fianchi non hanno fossato: davanti e sul fianco sinistro la scarpa è in parte di roccia naturale, in parte scavata nella terra; sul fianco destro essa è di roccia naturale nella parte anteriore e murata in quella posteriore. Proprio per la ripida e alta roccia sulla quale quest’ultimo fianco è costruito, il forte da tale parte appare del tutto inattaccabile. La scarpa della facciata viene coperta dal tiro della gola dell’antistante Batteria Castello, mentre la scarpa del fianco sinistro, soprattutto nella sua parte superiore, viene difesa con tiro d’infilata dal fuoco di una postazione situata in corrispondenza di una cavità a forma di orecchio, a quota 930 circa, a 100 metri in linea d’aria in direzione nord. La scarpa del fianco destro viene invece difesa, come già sottolineato, dalle casematte della gola e dal terrapieno della Batteria Castello. Il fossato della gola del forte, largo 5-6 metri e profondo 5, è dotato di una controscarpa in muratura ed è oltrepassato da un ponte levatoio. Una caponiera, innalzata sulla parte sinistra della gola, fino a un’altezza sufficiente a pareggiare la gola stessa, difende il fossato sia dal terrapieno superiore, sia dalle casematte situate su due piani. L’accesso alla gola viene impedito naturalmente dal fuoco proveniente dal terrapieno superiore e dalle numerose casematte sottostanti. Una rampa di scale porta dal cortile alla copertura del fianco destro (direzione sud-est); da qui si giunge alla base del terrapieno della

facciata al camminamento ricavato nella cavità del parapetto e collegato sia con le piattaforme dei cannoni, sia con le traverse cave. Il Forte di Monte Ricco è facilmente raggiungibile a piedi.

Poco sotto si trova la Batteria Castello.

All'interno del forte vi è un museo, porta di accesso alle Dolomiti Cadorine.

Stato di conservazione

Buono stato di conservazione

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Montericco.htm> 24 agosto 2018

(**) Molte delle informazioni sono tratte da:

<http://www.dolomiticontemporanee.net/DCi2013/?cat=836> 24 agosto 2018

Bibliografia

W. Musizza, G. De Donà, *I Forti di Monte Ricco, Batteria Castello e Col Vaccher con le altre difese del Campo trincerato di Pieve di Cadore (1866-1918)*, Rasai di Seren del Grappa (BL) 2014.



Forte Monte Ricco.

Zona del Bellunese

40. Forte (B) del Castello

Comune: Sottocastello (BL)

Proprietà: ?

Data di realizzazione: 1885-1895

Latitudine

46°25'38.51"N

Longitudine

12°22'46.02"E

Armamento (*)

n. 2 cannoni da 120 mm.

Descrizione ()**

Posizionata in cima al Monte Castello (da cui prende il nome) che domina il paese di Pieve di Cadore a quota 954 m; si trova infatti nell'ambito del suo territorio comunale in località Sottocastello in provincia di Belluno. La Batteria Castello, all'epoca si profila con una facciata dritta lunga circa 25 m, delimitata da due traverse vuote e dotata di parapetto dello spessore di 8 m. La piattaforma originaria della facciata, larga più di 9 m e collegata mediante scale al terrapieno, risulta sufficiente per la postazione di due pezzi di medio calibro, mentre i fianchi, perpendicolari alla facciata e alla gola, racchiudono uno stretto cortile, dal quale due rampe di scale salgono prima al camminamento superiore utilizzato dalle sentinelle per sorvegliare il fossato e i fianchi, e successivamente alla stessa piattaforma dei cannoni.

Sotto il terrapieno della facciata, come pure sotto quello dei fianchi, sono state ricavate casematte organizzate dappertutto su di un piano, ad eccezione del terrapieno della gola, dove si è potuto ricavare lo spazio per due piani.

La facciata e i fianchi non sono difesi da trincee contro l'avvicinamento, in quanto la stessa scarpata rocciosa, in parte naturale ed in parte scavata, rende inaccessibile la batteria.

La gola, superata da un ponte levatoio in ferro, ha un fossato d'impedimento largo 5 m, con una controscarpa in muratura, alla cui difesa provvedono le numerose feritoie delle casematte, il terrapieno di copertura e la caponiera, vero e proprio prolungamento del fianco sud-est.

Dalle casematte situate sotto la facciata è possibile accedere mediante scale alle traverse cave e al corridoio interno di comunicazione, lungo il quale si trovano anche i due elevatori per le munizioni.

Il magazzino di queste ultime è situato sotto il fianco sinistro, così da essere protetto dall'antistante blocco di roccia naturale a cui si accede tramite un corridoio isolato.

Il rifornimento di acqua avviene mediante un acquedotto dalla cisterna del vicino forte di Monte Ricco.

Secondo informazioni non verificabili, la Batteria Castello ed il forte di Monte Ricco, sono collegati da una poterna (piccola porta secondaria) oltre alla strada tuttora esistente.

Ad est e ad ovest sono situate delle postazioni di artiglieria campale per completare le prestazioni della Batteria Castello e del forte di Monte Ricco.

Stato di conservazione

Discreto

Note

(*) http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Batteria_Castello.htm 24 agosto 2018

(**) Molte delle informazioni sono tratte da:

<http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/castello.html> 24 agosto 2018

Bibliografia

W. Musizza, G. De Donà, *I Forti di Monte Ricco, Batteria Castello e Col Vaccher con le altre difese del Campo trincerato di Pieve di Cadore (1866-1918)*, Rasai di Seren del Grappa (BL) 2014.

Sitografia (consultata il 24/08/2018)

<http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/castello.html>

http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Batteria_Castello.htm

http://www.movio.beniculturali.it/sbap-vebpt/dallerovinedellagrandeguerra/it/monte_ricco



Forte (B) del Castello.

Zona del Bellunese

41. Forte Tudaio

Comune: Vigo di Cadore (BL)

Proprietà: Demanio dello Stato

Data di realizzazione: 1911-1915

Latitudine

46°31'08.7"N

Longitudine

12°29'49.32"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149A su cupole girevoli corazzate tipo Armstrong dello spessore di 140 mm.

4 mitragliatrici mod. 1886.

Descrizione ()**

Il Forte di Monte Tudaio è un forte italiano di seconda linea, appartenente al sistema difensivo chiamato "Ridotto Cadorino" o "Fortezza Cadore-Maè".

I sopralluoghi per la costruzione di un forte per la difesa a nord del Ridotto cadorino sono iniziati nel 1905. I rilievi, affidati al capitano F. Pecco del Genio Militari di Belluno, permettendo l'esame sui dati del luogo, hanno consegnato un dettagliato studio completo di rilievi e foto alla direzione del Genio e determinato la decisione di costruire il forte, edificato fra il 1911 e 1915, per integrare l'azione di sbarramento con il forte di Col Piccolo.

Forte Tudaio è stato costruito in cemento su due livelli con pianta e struttura irregolare per aderire alla conformazione del terreno. Sul tetto si trova la batteria servita da un elevatore.

All'interno vi è spazio per quattro pozzi cilindrici d'interasse di 8 metri, un corridoio retrostante in cui è disposto l'elevatore a cremagliera e numerose finestre sulla parte nord.

Al centro del corridoio campeggia la tromba delle scale in grado di scendere per 13 metri raggiungendo il pianterreno.

Alle cupole e ai pezzi campali disposti sulle piazzole antistanti alla batteria si accede tramite il cancello sul lato destro del forte.

Sulla parte est del forte si trova la caserma disposta su due piani (43 m x 7 m) con gli alloggi della truppa e gli uffici, le cucine e i servizi igienici.

Fra 1914 e 1915 il forte viene dotato di funivia per il trasporto di materiale e munizioni.

All'inizio della Grande Guerra il forte ha ricoperto un ruolo importante per l'esteso campo di tiro della Valle d'Ansiei all'altopiano di Danta, dalla Val Padola all'Alto Piave. Con il prosieguo del conflitto, la Fortezza Cadore Maè viene a trovarsi distante dalla linea del fronte e delle azioni militari, assumendo sempre più un ruolo secondario.

Dopo la rottura del fronte a Caporetto il forte viene abbandonato, successivamente occupato dagli austriaci e poi fatto saltare in aria prima di essere lasciato.

Rimangono pressoché intatti tutti il piano terreno e il primo piano del forte, i corridoi, la polveriera e i magazzini scavati nella roccia.

Stato di conservazione

Rudere

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Montetudaio.htm>

24 agosto 2018

Bibliografia

L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol I, Sant'Urbano 2014, pp. 24-25.

Sitografia

[http://www.milistory.net/forum/\[belluno\]-forte-di-monte-tudaio-vt6116.html](http://www.milistory.net/forum/[belluno]-forte-di-monte-tudaio-vt6116.html)

24 agosto 2018



Forte Monte Tudaio.

Zona del Bellunese

42. Forte Col Piccolo

Comune: Vigo di Cadore (BL)

Proprietà: Demanio dello Stato

Data di realizzazione: 1904-1911

Latitudine

46°31'12.71"N

Longitudine

12°28'2.42"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149G in cupole corazzate da 140 mm

3 mitragliatrici Gardner mod. 1886

3 mitragliatrici Perino mod. 1908

Descrizione ()**

Nel 1899 il Comando Militare approva la costruzione del forte Col Piccolo in posizione sovrastante il paese di Vigo di Cadore. I lavori, iniziati nell'ottobre del 1904, vengono ultimati nel 1911.

In appoggio al forte, e praticamente con gli stessi compiti, vengono posizionate, a poca distanza (sopra all'abitato di Vigo), la batteria Col Tagliardo e la batteria Col delle Rive.

La batteria corazzata è orientata verso Nord-Ovest, presentando, nel senso della lunghezza (circa 30 m), le misure e gli intervalli di quella più moderna del Tudaio; mentre la larghezza rispetto a quest'ultima appare maggiore (circa 20 m), permettendo la dislocazione delle riserve sul rovescio, al di là del corridoio centrale, dove si predispone l'apertura con finestre di aerazione.

Tramite una breve scalinata, superato il dislivello di circa 2,00 m, si accede ai laboratori e ai depositi munizioni.

Davanti a questi locali si apre un cortile interno protetto da un muretto con feritoie per fucilieri, partendo dal quale una scala sotterranea percorre originariamente tutto il costone Ovest del colle, sino a sbucare a lato di una caserma.

Entrando dal cortile, a sinistra si trovano i laboratori ed una riserverta situata 40 m più in basso, attraverso un pozzo circolare di circa 80 cm di diametro, dotato tra l'altro di una scala a pioli in ferro. Il deposito delle polveri viene ricavato nella roccia sottostante, spostato a nord rispetto ai laboratori, e ad esso si accede tramite delle gallerie aperte poi sui fianchi della casermetta, situata a metà colle, sul fianco Est della batteria.

In cima all'altura, davanti alle cupole, si realizza un camminamento sotterraneo con feritoie per fucilieri, alla cui estremità ovest è collocata una postazione per mitragliatrice rivolta anch'essa verso il nodo di Tre Ponti.

Il collaudo della batteria, viene eseguito il 17 e 18 giugno 1911, all'azionamento dei cannoni verso la Forcella Scodavacca e la Val de Pena.

Il 17 novembre 1911, dopo la rottura del fronte di Caporetto e il trasferimento delle truppe italiane dal fronte cadorino al fronte sul Piave e Grappa, il forte Col Piccolo viene abbandonato, per poi essere fatto saltare il 21 ottobre 1918 dai soldati austroungarici prima della ritirata.

Stato di conservazione

Recentemente restaurato

Note

(*) <http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/piccolo.html>

15 luglio 2018

(**) Molte delle informazioni sono tratte da:

<http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/piccolo.html>

15 luglio 2018

Bibliografia

L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol I, Sant'Urbano 2014, pp. 24-25.

Sitografia (15/07/2018)

<http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Colpiccolo.htm>

<http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/piccolo.html>

<http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/piccolo.html>



Forte Col Piccolo, prima dell'intervento di restauro.

Zona del Bellunese

43. Forte Col Vidal

Comune: Lozzo di Cadore (BL)

Proprietà: Demanio dello Stato

Data di realizzazione: 1911-1914

Latitudine

46°31'7.68"N

Longitudine

12°25'57.21"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149A su cupole girevoli con copertura tipo Armstrong da 140 mm di spessore

4 cannoni da 75 A

8 pezzi da 70 tipo montagna

Descrizione ()**

La costruzione del forte, iniziata nel 1911, si conclude nell'autunno 1914.

Al progetto, ideato dal V Corpo d'Armata e redatto nel gennaio 1909, segue l'immediata decisione del regio Comando per la sua realizzazione in quanto il progetto avrebbe consentito all'artiglieria italiana di allungare il controllo agli sbocchi della Val Piova e del passo della Mauria e di raggiungere più ampi obiettivi difensivi, coprendo la zona di Danta in Val Comelico.

Il forte, composto come un complesso costituito da più edifici complementari e uniti tra loro da una rete di collegamenti e difese, dispone di una caserma su due piani lunga circa 80 m, larga 40 m, alta 7 m. Dispone di sette locali adibiti ad ufficio e magazzino comunicanti tra loro, in parte accessibili anche dall'esterno. Un'intercapedine, larga 50 cm, isola il fabbricato dall'umidità e da eventuali infiltrazioni d'acqua. Il piano superiore del forte è adibito a camerate.

Nella parte interna e retrostante si trovano i grandi locali scavati nella roccia che immettevano alla più elevata batteria corazzata un blocco di calcestruzzo di forma rettangolare.

Per facilitare il trasporto di merci e munizioni il forte viene dotato di teleferica.

All'entrata in guerra dell'Italia, il 24 maggio 1914, le postazioni comprese nella Fortezza Cadore-Maè vengono dichiarate in stato di difesa e, il giorno successivo, si dichiara lo stato di resistenza.

Già nei primi mesi del conflitto, con l'evolversi delle strategie militari e le nuove armi impiegate, l'imponente Fortezza Cadore Maè perde il peso strategico fino ad allora mantenuto, per assumere sempre più un ruolo logistico e deposito di materiali bellici in attesa d'essere trasferiti in altra parte del fronte.

Con la rottura del fronte italiano a Caporetto, il 7 novembre 1917, le truppe italiane che occupano il presidio al forte Vidal ricevono l'ordine d'abbandono immediato della posizione.

Stato di conservazione

Rudere

Note

(*) <http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/vidal.html>

15/07/2018

(**) Alcune informazioni sono interamente tratte da:

<http://www.frontedolomitico.it/Storia/forti/vidal.html>

15/07/2018

Bibliografia

L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol I, Sant'Urbano 2014, pp. 24-25.

Sitografia:

<http://www.fortificazioni.net/BELLUNO/Colvidal.htm>

24/08/2018



Forte Col Vidal, caserma. Fronte di Gola.



44. Forte Col Badin



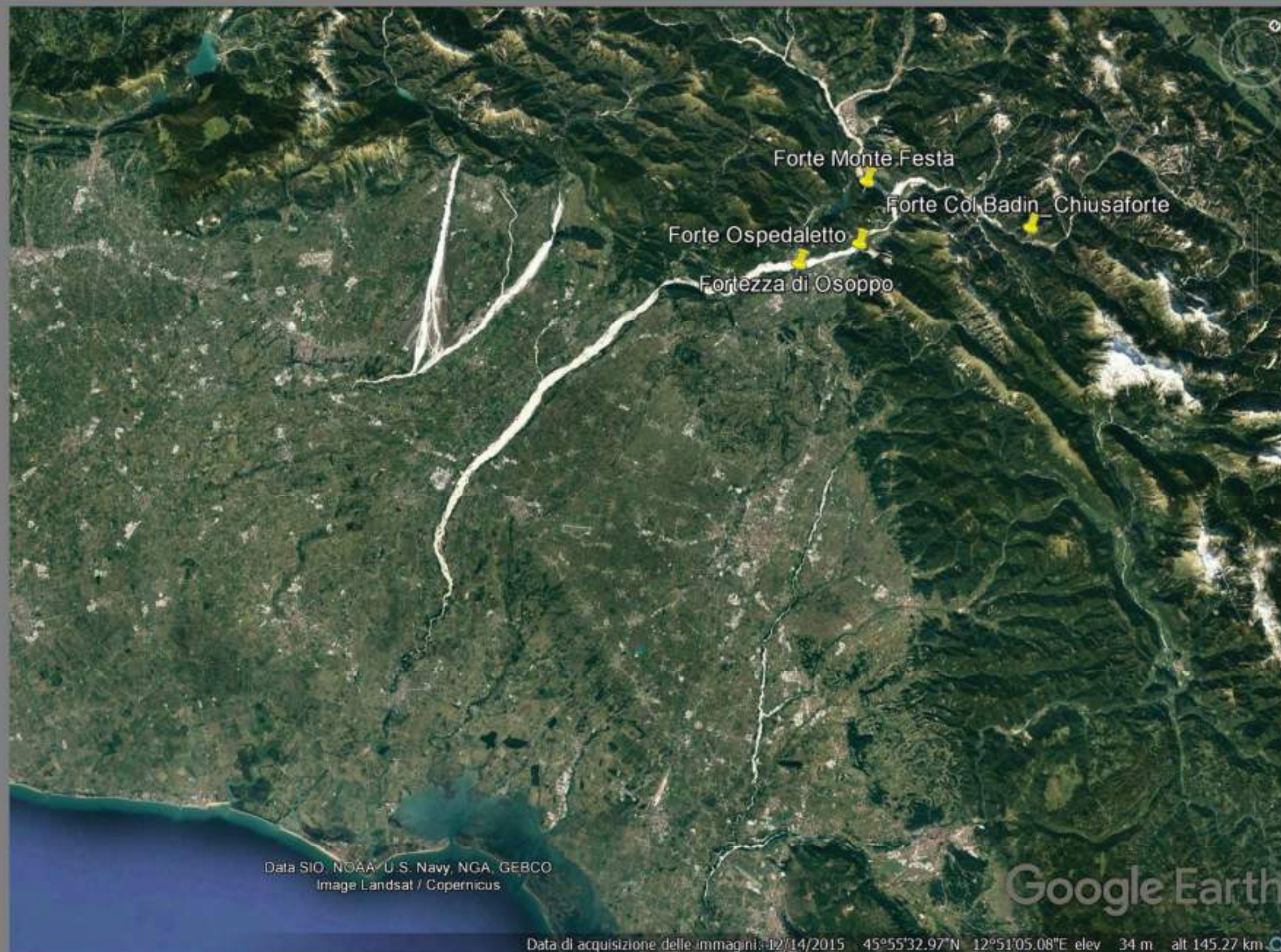
45. Forte Ospedaletto



47. Forte M. Festa



46. Forte Osoppo



Zona della Carula

44. Forte Col Badin

Comune: Chiusaforte (UD)

Data di costruzione: 1904-?

Proprietà: Comune di Chiusaforte

Latitudine:

46°23'57.00"N

Longitudine:

13°16'52.75"E

Armamento (*)

4 cannoni da 120 in cupola corazzata del tipo Ispettorato

3 mitragliatrici Gardner su torretta corazzata a scomparsa

Descrizione

L'edificio, dallo stile architettonico tutt'altro che marziale, è articolato su quattro piani (compreso quello della batteria corazzata) e dall'esterno appare quasi una struttura uso abitativo anziché militare grazie alla presenza di numerose balconate. Oltrepassato il cancello ferroso si possono vedere vari spazi come le casematte, la cucina, i magazzini, gli alloggi degli ufficiali e delle truppe nonché un'officina ed una centrale elettrica.

È possibile accedere anche a quello che fu il deposito delle munizioni, facilmente riconoscibile dalla scritta sopra l'ingresso.

Una ripida scala al suo interno conduce alle postazioni di artiglieria con al loro fianco una piccola stanza che serviva per una scorta immediata di munizioni. Tornati nel cortile principale attraverso un camminamento, si trova la polveriera sotterranea dotata di montacarichi mentre alle sue spalle ci sono i magazzini.

Sul piazzale sono ancora ben visibili le rotaie su cui scorrevano i carrelli per il trasporto delle munizioni dalla polveriera alla batteria corazzata del forte.

Stato di conservazione

Smantellato e abbandonato alla fine degli anni Cinquanta, il forte è stato di recente restaurato e aperto al pubblico. Oggi il forte Col Badin è sede di un museo dedicato alla guerra in montagna sulle Alpi Giulie.

Note

(*) <http://grandeguerra.digitalwebland.com/rnode/12635>

29/08/2018

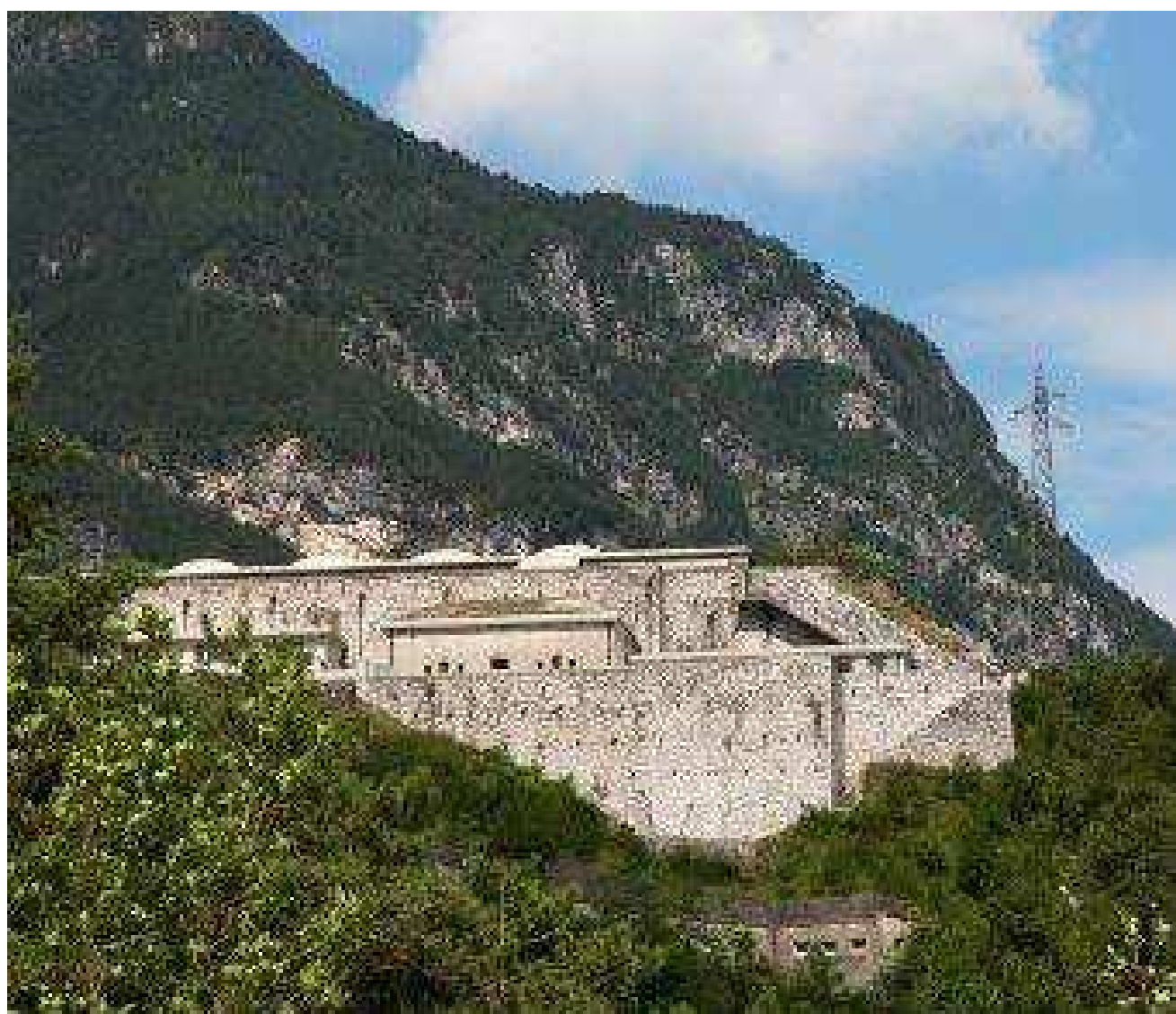
Bibliografia

M. Peghini, *Itinerari al fronte. Sui sentieri della Grande Guerra*, Belluno 2015.

Sitografia (consultata il 29/08/2018)

<http://www.itinerarigrande Guerra.it/Fortezza-Di-Chiusaforte>

<http://grandeguerra.digitalwebland.com/rnode/12635>



Vista del Forte.

Zona della Carula

45. Forte Ospedaletto o Monte Ercole

Comune: Gemona del Friuli (UD)

Data di costruzione: 1904-1913 ca.

Proprietà: ?

Latitudine:

46°18'13.82"N

Longitudine:

13° 7'31.50"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149 A sotto corazza del tipo "Grillo"

Descrizione

Il forte, faceva parte di quel sistema di fortificazioni costruite per il campo trincerato di Osoppo con lo scopo di difendere i territori della Valle del Tagliamento.

Molto diverso dalle altre batterie del medio Tagliamento, il forte è stato eretto su un rilievo di 306 slm del complesso del monte Cumieli. Le caserme sono costruite in mattoni e pietra mentre per la batteria vera e propria è stato usato del conglomerato cementizio senza alcun apporto di armatura (lo stesso dicasi per la galleria della fucileria). Un primo portone conduce all'ingresso della parte bassa dell'opera dove si trovano il primo corpo di guardia, gli stabili a due piani dedicati agli alloggi ed ai servizi (qui si trova una cisterna), quello che probabilmente era un laboratorio per le munizioni e vicino a quest'ultimo un montacarichi, che portava alla caponiera per mitragliatrice. Sempre nella parte bassa si trovano tre gallerie: la prima conduce dopo pochi metri ad un locale di m. 5 x 5 e successivamente ad un secondo locale m. 5 x 10.

La seconda galleria è interrotta dopo alcuni metri e non si esclude che abbia potuto collegare la parte superiore dell'opera. La terza galleria ha un unico locale di m 2,5 x 10.

Tutti i locali hanno le caratteristiche delle polveriere in caverna, ovvero le loro pareti sono state arretrate dalle pareti della galleria al fine di proteggere le polveri dalle infiltrazioni e dall'umidità. Sul piano superiore si trova un locale a un piano che fungeva da deposito (forse anche da scuderia), due stanze comunicanti usate come cucine e una caponiera per mitragliatrice.

Stato di conservazione

La struttura è diroccata, ad eccezione degli ambienti un tempo destinati a cucine e degli spazi sotterranei della batteria corazzata che sono rimaste integre.

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/Udine/Ospedaletto.htm>

29/08/2018

Bibliografia:

G. Marini (a cura di), *Il Forte di Monte Ercole. Il sistema difensivo del Tagliamento nella Grande Guerra*, Gemona del Friuli (UD) 2000.

Sitografia (consultata il 29/08/2018)

<http://www.fortificazioni.net/Udine/Ospedaletto.htm>



Forte Ospedaletto. Esterno cannoniera e magazzini.



Forte Ospedaletto. Caponiera corazzata.

Zona della Carula

46. Forte Osoppo

Comune: Osoppo (UD)

Data di costruzione: 1909/1910 ca.

Proprietà: ?

Latitudine:

46°15'37.71"N

Longitudine:

13° 4'53.05"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149 mm in ghisa.

Descrizione

La batteria era disposta all'estremità sud del colle.

I locali al servizio delle cupole corazzate furono ricavati in caverna affinché l'opera emergesse il meno possibile dal terreno circostante. Vi erano dei pozzi, dal diametro interno di 4,15 m per essere proporzionati con le cupole Armstrong, di 4,75 m. Vicino al corridoio di servizio ai pozzi si trovano cinque riserve, al lato opposto tre grandi locali per deposito ed alloggi e due piccoli locali per i servizi e la centrale elettrica.

Stato di conservazione

Recentemente restaurato

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/Udine/OSOPPO.htm>

30/08/2018

Bibliografia:

G. Marini (a cura di), *Il Forte di Monte Ercole. Il sistema difensivo del Tagliamento nella Grande Guerra*, Gemona del Friuli (UD) 2000.

Sitografia (consultata il 30/08/2018)

<http://www.fortificazioni.net/Udine/OSOPPO.htm>



Vista del Forte Osoppo.

Zona della Carula

47. Forte Monte Festa

Comune: Cavazzo Carnico (UD)

Data di costruzione: 1910-1913

Proprietà: ?

Latitudine:

46°20'57.34"N

Longitudine:

13° 5'14.93"E

Armamento (*)

4 cannoni da 149 A sotto corazza del tipo Ispettorato

Descrizione

Il Forte Monte Festa non è stato concepito per la prima linea, ma come appoggio a distanza delle truppe. Per questo non è stato provvisto dei più elementari sistemi di difesa, come filo spinato, trincee e mine. Il forte, faceva parte del sistema difensivo dell'Alto Val Tagliamento-Val Fella, viene costruito quasi totalmente in calcestruzzo armato (seguendo le tecniche del tempo) utilizzando gli inerti che tramite una teleferica, di cui rimangono solo tracce, venivano trasportati fino in cima partendo dal sottostante letto del Tagliamento.

È formato da una batteria corazzata ed una scoperta, caserme ed altri edifici di servizio, due polveriere, una delle quali è collegata con un montacarichi ad un locale superiore (un altro montacarichi era al servizio della batteria scoperta). La caverna era adibita ad ospitare il gruppo elettrogeno.

Stato di conservazione

I resti del forte sono in stato di avanzato degrado.

Note

(*) <http://www.fortificazioni.net/udine/festa.htm>

30/08/2018

Bibliografia

G. Marini (a cura di), *Il Forte di Monte Ercole. Il sistema difensivo del Tagliamento nella Grande Guerra*, Gemona del Friuli (UD) 2000.

A. Faleschini, *La difesa di Monte Festa: pagine di storia*, s.l. 1926

Sitografia (consultata il 30/08/2018)

<http://www.fortemontefesta.it/storia.html>

<http://www.fortificazioni.net/udine/festa.htm>



Il Forte di Monte Festa.



Forte Monte Festa, resti della batteria d'artiglieria.



Forte Monte Festa, particolare delle mostre di porte e finestre.



L'organizzazione difensiva al confine italo-svizzero durante la Prima guerra mondiale (da A. Rovighi 1987).

6. I due casi studio.

Forte Montecchio Nord, Colico (LC); Forte Verena (VI).

La guerra dei forti dura pochissime settimane, ed è uno dei grandi paradossi della Prima guerra mondiale: uno sforzo trentennale dal punto di vista finanziario e logistico, vanificato da nuovi armamenti che mettono fuori gioco e fuori uso le fortezze, queste cattedrali della guerra costruite principalmente sul fronte veneto-trentino¹.

I forti, ancora imponenti e non privi di una sinistra bellezza, sembrano quasi fungere da paradigma del conflitto, testimoni muti ed eloquenti ad un tempo della tragedia di cui sono stati protagonisti.

La scelta dei due casi studio non è stata casuale, si tratta infatti di forti realizzati nello stesso frangente storico, rispondenti ai nuovi criteri della disposizione e dell'organizzazione difensiva propria degli anni di inizio secolo XX, ma con la differenza che il forte Montecchio riflette nell'impianto i criteri tipologico-costruttivi e distributivi di trapasso dal forte tipo 'Brialmont' alla batteria corazzata tipo 'Rocchi' e, proprio perché non è rimasto coinvolto nei combattimenti della Prima guerra mondiale, si presenta integro, cosa che ci consente di studiarne la disposizione (si tratta di un forte di pianura) l'organizzazione difensiva e soprattutto i diversi aspetti tipologico-costruttivi.

Tecnicamente può essere definita una batteria corazzata "tipo Brialmont-Rocchi".

Alcuni dei forti costruiti nello stesso periodo hanno caratteristiche architettoniche o tecniche più interessanti, altri sono stati protagonisti di vicende storiche più eroiche perché a causa della loro peculiare posizione geografica sono stati coinvolti nei combattimenti, ma il Montecchio è l'unico rimasto intatto in ogni particolare, mentre quasi tutti gli altri, se si eccettua parzialmente il forte di Oga, sono stati parzialmente demoliti dai recuperanti; altri ancora sono di proprietà dell'esercito, ma comunque privi dell'armamento originario.

Il forte Montecchio rappresenta infatti l'unico esempio di artiglieria da fortezza italiana della Prima guerra mondiale giunto intatto fino ai nostri giorni.

Sebbene durante la guerra l'imperativo è quello di «ridurre i particolari tecnici e di ordinamento delle opere alla più grande semplicità, non solo per ragioni economiche, ma anche e soprattutto in omaggio al concetto che un'opera di difesa non è un'opera d'arte nel senso comune del termine, ma uno strumento di guerra», l'elemento comune delle grandi opere difensive dei primi del Novecento consiste

¹ M. Passarin, *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale; intervento alla Giornata di Studio Fortificazione campale e camouflage. Camminamenti, trincee e paesaggi di guerra*, a cura di S. Isgrò, promosso da: Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di Ricerca in Architettura, Patrimonio architettonico e paesaggio: storia e restauro dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, tenutosi a palazzo Gravina a Napoli, 15 marzo 2018.

nel saper coniugare estetica e funzione nell'uso dei materiali come nell'applicazione della tecnologia alla materia.

Nell'analisi architettonica di forte Montecchio Nord, infatti, uno degli elementi che maggiormente impattano è il notevole rapporto pietra/calcestruzzo e il fatto che possa classificarsi come una delle poche opere a non aver subito alcuna spoliatura di pietre lavorate. In ogni suo elemento, infatti, il materiale lapideo emerge con dignità di opera d'arte: portali, feritoie, rivestimenti a opera incerta, pilastri, soglie, canali, gronde, chiusini.

Di contro, la batteria corazzata Verena riflette maggiormente i temi dei forti della Scuola dei forti corazzati ridotti, a difesa indipendente.

Si tratta di un forte di montagna, ridotto ad un semplice banco di calcestruzzo, poco emergente dal terreno, sul quale affiorano le bocche da fuoco, installate dentro pozzi di pianta circolare, ricavati nel banco cementizio e protetti da cupola metallica.

Le forme dell'architettura militare emergenti dal concetto della semplicità e dell'occultamento si presentano caratteristiche per l'ordinamento delle bocche da fuoco in linea retta, cosa che assicura di assottigliare la pianta di un'opera fino a ridurla alla minima profondità possibile.

Il forte, colpito pesantemente dagli austriaci sin dall'inizio dell'entrata dell'Italia in guerra, ridotto in stato di rovina, è stato recentemente restaurato grazie alle risorse economiche messe a disposizione dalla Legge 7 marzo 2001 n. 78 Tutela del patrimonio storico della Prima guerra mondiale².

Tuttavia, il forte per la cifra di modernità di cui è espressione – ampio ricorso al calcestruzzo di cemento – e per le valenze simboliche di cui è intriso (ricordiamo che sono stati i colpi sparati dal Forte Verena a sancire l'ingresso dell'Italia in guerra), mantiene l'aura della “rovina”, la qual cosa che ne fa precipuo caso studio da investigare su un diverso e più approfondito livello di indagine.

L'obiettivo è stato quello di ricostruire con la massima fedeltà le vicende concernenti i due cantieri, inquadrandoli sia territorialmente che storicamente, cercando di individuare e fornire nel contempo utili indicazioni per una visita ragionata e consapevole alle singole opere, approfittando della documentazione disponibile di parte italiana e della relativamente abbondante iconografia reperibile presso l'archivio dell'Istituto di Storia e Cultura dell'Arma del Genio e quello del III reparto infrastrutture di Milano nel caso del Forte Montecchio Nord.

² *Tutela del patrimonio storico della Prima guerra mondiale*, Legge 7 marzo 2001, n. 78, in «Gazzetta Ufficiale» (2001), n. 75, 30 marzo 2001.

6.1. Forte Montecchio Nord, Colico (Como)



Figura 1.

La linea di difesa sulla frontiera Nord, oggi conosciuta impropriamente come linea Cadorna, comprende fortificazioni dislocate lungo il confine, in un territorio compreso tra il monte Dolent in Valle d'Aosta e il passo Resia in Alto Adige, di circa 700 km, di cui 200 sulla dorsale, con numerosi passi da tenere sotto controllo e da difendere. Al momento della costituzione del Regno d'Italia, nel 1861, il confine svizzero risulta sprovvisto di qualsiasi tipo di fortificazione.

I piani redatti dalle commissioni istituite per programmare la difesa dello Stato hanno trascurato la frontiera svizzera, poiché si faceva affidamento sulla capacità della Confederazione Elvetica di far rispettare la propria neutralità. Il ricorrente problema finanziario ha portato infatti a dirottare le scarse risorse verso i confini più problematici. I primi lavori di fortificazione sono da collocarsi nel periodo 1909-1915, quando si inizia a percepire, in modo sempre più evidente, una certa diffidenza, se non anche una certa ostilità, da parte della Svizzera e quando diventa sempre più pressante la volontà di abbandonare il patto di alleanza con la Germania. Per tali motivi furono ripresi in considerazione i precedenti progetti di difesa comprensivi, per lo più, di riadattamenti di opere esistenti e nuove costruzioni.

Nel 1911 lo Stato Maggiore dell'Esercito affida i lavori delle opere difensive sul confine italo-svizzero alle direzioni lavori del Genio Militare di Milano e Torino. Per quanto riguarda il territorio lombardo,

nei primi anni del Novecento, all'inizio della guerra, sono state realizzate opere di sbarramento nel settore valtellinese e appostamenti all'aperto per artiglieria nel Varesotto e nel comasco³.

Solo con l'inizio del conflitto mondiale si sono resi esecutivi i progetti realizzati dalle Commissioni di Difesa dello Stato e aggiornati in seguito ai nuovi studi e alle innovazioni tecnologiche e di tecnica militare.

La complessa linea difensiva viene costruita a poca distanza dalla frontiera Svizzera nel timore di un'invasione tedesca che, violando la neutralità elvetica, possa prendere alle spalle l'Italia settentrionale.

Nei pressi di Colico convergono le rotabili e le linee ferroviarie della Valchiavenna e della Valtellina, provenienti dai passi dello Spluga, del Maloja, del Bernina, del Foscagno e dello Stelvio; infatti, da qui è possibile intercettare le diverse direttrici di attacco eventuali, qualora eserciti provenienti d'oltralpe siano diretti verso Milano e la Pianura Padana.

Con una sequenza ininterrotta di fortificazioni, camminamenti, percorsi, viabilità di supporto la Frontiera Nord, importante lascito della Prima guerra mondiale, attraversa le province del Verbano-Cusio-Ossola in Piemonte e di Varese, Como, Lecco e Sondrio in Lombardia.

Il territorio lombardo è ricco di costruzioni di difesa poste all'incrocio tra le valli in posizioni dominanti e il forte Montecchio ne è un ultimo esempio. Con le numerose opere difensive distribuite sul territorio all'incrocio tra Lario, Valtellina e Valchiavenna, prima fra tutte l'imponente complesso di Fuentes e il sistema di mina di San Fedele di Verceia, il Forte costituisce un insieme culturale dal valore storico inestimabile, che caratterizza l'identità del territorio.

Il forte, edificato per difendere il confine del territorio dell'Alto Lario da possibili aggressioni da parte del Libero Stato delle tre Leghe (i cosiddetti Grigioni), che dal 1512 teneva Valchiavenna e Valtellina, viene costruito, a partire dal 1603, sotto la direzione dell'ing. Gabrio Busca⁴.

La maggior parte dei materiali impiegati è di estrazione locale.

Il marmo bianco di Musso, alternato a quello nero, viene usato per tutte le "arme" che decorano il Forte.

Il Sarizzo non lavorato viene impiegato in prevalenza per soglie e pilastri, per le semicolonne che adornano il portico della casa del Governatore, nonché per mensole e frontali dei camini; altri litotipi, invece, sono estratti in loco. Nei due secoli della sua esistenza, il Forte viene coinvolto in episodi a sfondo bellico del teatro italiano e milanese e, nel 1796, con l'occupazione francese dello Stato di

³ A. Trotta, *I sistemi difensivi e le grandi opere fortificate in Lombardia tra l'Età Moderna e la Grande Guerra*, Varese 2011.

⁴ D. De Santis, F. Salicetti, *Architettura fortificata del XVII secolo: il forte di Fuentes a Colico*, in «Ananke», 47, 2006, pp. 84-99.

Milano, Napoleone Bonaparte ne compie una parziale distruzione, abbassando il bastione, facendo saltare le cortine e levando le coperture⁵.

Sommersa dalla vegetazione, dopo anni di abbandono, tra 1915 e 1916, durante il primo conflitto mondiale, l'autorità militare ordina la costruzione di una nuova fortezza sul Montecchio Nord di Colico, il cui principio strategico, benché costruito trecento anni dopo, è il medesimo del Fuentes: lo sbarramento della porta da tenere chiusa per salvare il resto della penisola; infatti, una volta oltrepassata Colico, sarebbe bastato raggiungere Lecco per poi trovare una lunga discesa fino al fiume Po.

Gli studi per una nuova fortificazione da collocarsi nell'Alto Lario iniziano nel 1862, quando la Commissione permanente per la Difesa dello Stato, nel suo Piano Generale di Difesa, ha proposto la costruzione di un forte di tipo moderno sul Montecchio di Fuentes.

Tuttavia, nel compilare il cosiddetto "piano ridotto" – tipo "B"-,⁶ la medesima commissione non ha voluto tenere conto delle offese provenienti dalla Svizzera e pertanto ha escluso la nuova opera. Il progetto viene nuovamente inserito nei Piani Generali di Difesa redatti successivamente, fra i quali quello del 1871, nel quale si prevede, infatti, un nuovo forte da erigersi, sempre sul Montecchio di Fuentes, con una spesa prevista di un milione e mezzo di lire⁷.

Interessante il parere espresso dal Comitato di Stato Maggiore Generale nel 1882 che si dichiara contrario all'opera di Fuentes «essendo poco probabile una violazione austriaca del territorio svizzero; remota, e facile da prevedersi in tempo, una violazione da parte della Germania⁸».

⁵ Ibidem, p. 89.

⁶ Nell'agosto del 1871 la Commissione Permanente per la Difesa dello Stato presenta finalmente la relazione, a corredo del *Piano Generale di Difesa dello Stato Italiano*, sotto forma di pubblicazione a stampa, denominata *Piano Generale di Difesa dell'Italia*. Il documento adempie essenzialmente allo scopo di stabilire il numero, l'ubicazione e la costruzione delle fortezze che avrebbero costituito il sistema difensivo dello Stato, e l'ampliamento della rete ferroviaria con due distinti piani fortificatori da porre in relazione alle disponibilità finanziarie: un primo piano completo tipo "A" con 97 punti fortificati (di cui 47 nuove costruzioni, 19 da ristrutturare completamente e 41 da rimodernare), l'altro ridotto tipo "B" con 77 piazzeforti. Cfr.: F. Minniti, *Esercito e Politica da Porta Pia alla Triplice Alleanza (1870-1871)*, Roma 1984.

⁷ S. Cassinelli, *Forte Montecchio. Baluardo tra Alto Lario e Valtellina. Dalla Grande Guerra alla resa dell'autocolonna Mussolini*, Galliate Lombardo (VA) 2008.

⁸ A. Viviani, R. Corbella, *Tutta la linea Cadorna. Storia, Architettura, Armamenti*, Acqui Terme (AL) 2017

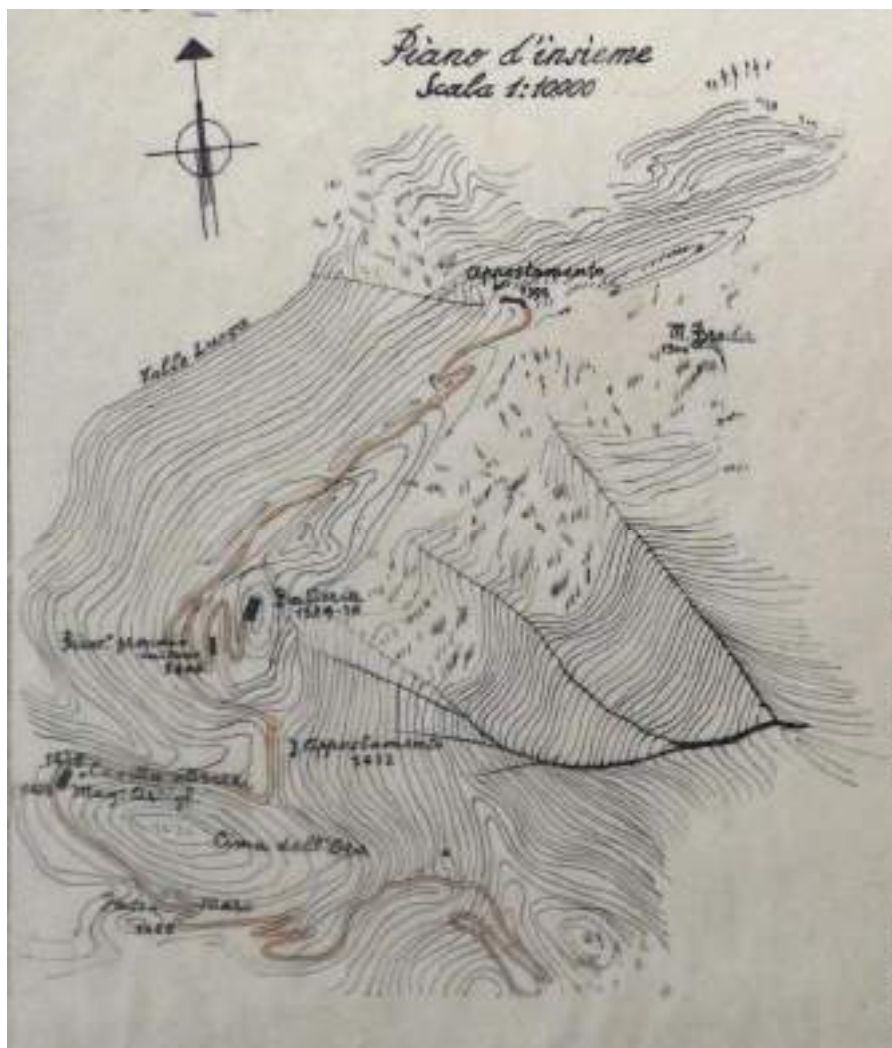


Figura 2.

Nel ritardare la costruzione del forte, oltre alle considerazioni di carattere strategico, sono state determinanti anche quelle economiche; ad esempio, nella relazione di Viaggio di Stato Maggiore del maggio 1900 è riportato che «un'opera presso Colico, che potrebbe costruirsi sulla Rocca di Fuentes, dovrebbe essere corazzata e riuscirebbe perciò costosa»⁹. Per la difesa di quella definita la “Linea di operazione Mera Adda”, ossia l'area dell'Alto Lario, viene proposta l'occupazione, con una robusta opera corazzata, del promontorio di Piona o del Montecchio Sud.

Il compito affidato a tale opera sarebbe stato quello di mantenere sotto il controllo delle artiglierie di medio calibro sia la rotabile della riva occidentale del Lago di Como, sia la rotabile e la ferrovia della riva orientale.

⁹ A. Rovighi, *Un secolo di relazioni militari tra Italia e Svizzera. 1861-1961*, Roma 1987, pp. 306-313.

In seguito a questa proposta e ad altri studi eseguiti nel frattempo dalle autorità territoriali e dopo aver sentito il parere degli Ispettori Generali d'Artiglieria e del Genio, lo Stato Maggiore, il 18 aprile 1912, dispone vari provvedimenti relativi allo sbarramento della linea Mera Adda:

- la costruzione di un'opera corazzata presso il Montecchio Sud, da armarsi con quattro cannoni da 149 A installati in pozzi protetti da copertura metallica robusta, con direttrice principale di tiro rivolta verso Domaso;
- l'occupazione del Montecchio di Fuentes con due appostamenti per artiglieria campale, rispettivamente con direttrici principali verso nord e verso est;
- la dominazione del Montecchio di Piona, da armarsi con quattro cannoni campali da 149 mm e con qualche mitragliatrice, allo scopo di fiancheggiare l'opera di Montecchio Sud e di difendere le interruzioni stradali.

Il 7 luglio 1911, in seguito ad un sopralluogo alla frontiera Svizzera effettuato nel giugno di quello stesso anno da alcuni Generali dello Stato Maggiore, il Comando dispone la costruzione della batteria sul Montecchio Nord anziché sul Montecchio Sud, poiché dalla nuova posizione si garantisce una più efficace azione sulla strada della riva occidentale del Lago di Como e sull'importante obiettivo costituito dai ponti di Dongo e delle regioni adiacenti, potendo inoltre meglio battere la stretta di Novate Mezzola e contrastare la provenienza dalla Valtellina.

I fondi, concessi nel 1912 con la legge n. 710 del 23 giugno, non sbloccano del tutto la situazione, infatti è necessario attendere ancora alcuni mesi prima che lo Stato Maggiore Nord assegni la somma iniziale di 750.000 lire, poi integrata da ulteriori stanziamenti. Il progetto esecutivo dell'opera, una batteria corazzata di tipo Rocchi, viene redatto dalla Direzione Lavori del Genio Militare di Milano nel 1912 e poi rivisto nel 1914 per ampliare la polveriera in caverna allo scopo di custodire nella stessa gli esplosivi provenienti dalla soppressa polveriera di Tanno presso Chiavenna.

Il 10 dicembre 1913 risultano ultimate le strade d'accesso ai tre Montecchi interessati (Nord, Fuentes e Piona) ed i lavori preliminari dell'opera di Montecchio Nord; e allo scoppio del conflitto, nel luglio del 1914, la batteria corazzata del Montecchio Nord si trova ancora in fase di armamento¹⁰.

Il 6 dicembre dello stesso anno il Forte Montecchio Nord, insieme a quasi tutte le altre opere della frontiera Nord e Nord-orientale, è già armato e in grado di operare ed aprire il fuoco. Le altre difese

¹⁰ A. Flocchini, *Il forte Montecchio di Colico*, in «Rivista militare della Svizzera italiana», n. 6, nov.-dic. 1993, pp. 342-352

previste per lo sbarramento di Colico sono: un appostamento per una batteria da 149 G a Fuentes (raddoppiato e blindato nel 1916), una batteria da 75 mm a Piona, ed una batteria da 75 mm al Castello di Vezio (Perledo-Varenna), quest'ultima posta a controllo di Menaggio e dello sbocco verso il Lago di Como della valle di Porlezza. Altre opere (caserme, batterie e osservatori) vengono realizzate intorno al Monte Legnoncino (Sueglio, Vestreno, Loco Tocco, Roccoli Loria) e sulle falde settentrionali del Legnone (Alpe Scoggione), ad integrazione dello sbarramento di Colico: questo, a causa della sua dislocazione a livello del lago, è infatti ritenuto insufficiente, potendo il nemico controbattere da quota superiore qualora riuscisse ad appostare artiglierie su rilievi vicini (Fig. 3).

Tuttavia, forte Montecchio Nord, trovandosi assai distante dal fronte, durante la Prima guerra mondiale non ha avuto alcuna occasione di poter essere utilizzato in combattimento.

A poche settimane dallo scoppio del conflitto le batterie corazzate tipo Rocchi, fra le opere tecnologicamente più avanzate del tempo, si rivelano inadeguate a resistere al tiro piombante dei grossi calibri messi in servizio nei primi mesi di guerra, le modernissime e potenti artiglierie del Forte al Montecchio nord vengono rimosse per essere montate su affusti dotati di ruote ed inviate a combattere al fronte contro l'Austria-Ungheria.

6.1.1. Il Forte Montecchio Nord. Aspetti tipologico costruttivi



Figura 3.

Le caratteristiche dell'opera Montecchio Nord sono quelle tipiche delle costruzioni similari italiane del periodo 1904-1914; tecnicamente si tratta di una batteria corazzata “tipo Brialmont-Rocchi”.

Il forte Montecchio è l'unico che ci è pervenuto intatto con l'armamento originario. (Fig. 4)

Gli elementi principali della fortificazione, letta nella sua configurazione originale del 1914 sono cinque: la caserma, la galleria di collegamento, la batteria, la polveriera e le strutture di difesa. Altre strutture secondarie (corpo di guardia nuovo, riserve e depositi esterni, garitte, abitazione del comandante) sono state aggiunte nel tempo, in funzione dei cambi di destinazione d'uso del forte e delle sue parti.

La caserma, collocata nella parte più occidentale del complesso fortificato, a un livello inferiore rispetto a quello della batteria, alla quale è collegato per mezzo di un camminamento blindato, è costituita da due edifici: nell'edificio sud – non blindato e realizzato in muratura ordinaria – si trovano la cucina, alcuni magazzini e i servizi igienici, mentre il più importante edificio nord, blindato e per questo detto “ricovero alla prova”, è realizzato in calcestruzzo e pietrame con spessore delle mura e della copertura compreso tra 1,5 e 2,0 m ed è suddiviso in sei vani. Nella parte sud un unico grande locale è adibito a dormitorio per la truppa, originariamente destinato ad accogliere una quarantina di

La caserma è interamente incassata nella roccia del Montecchio.

[illegible]

440

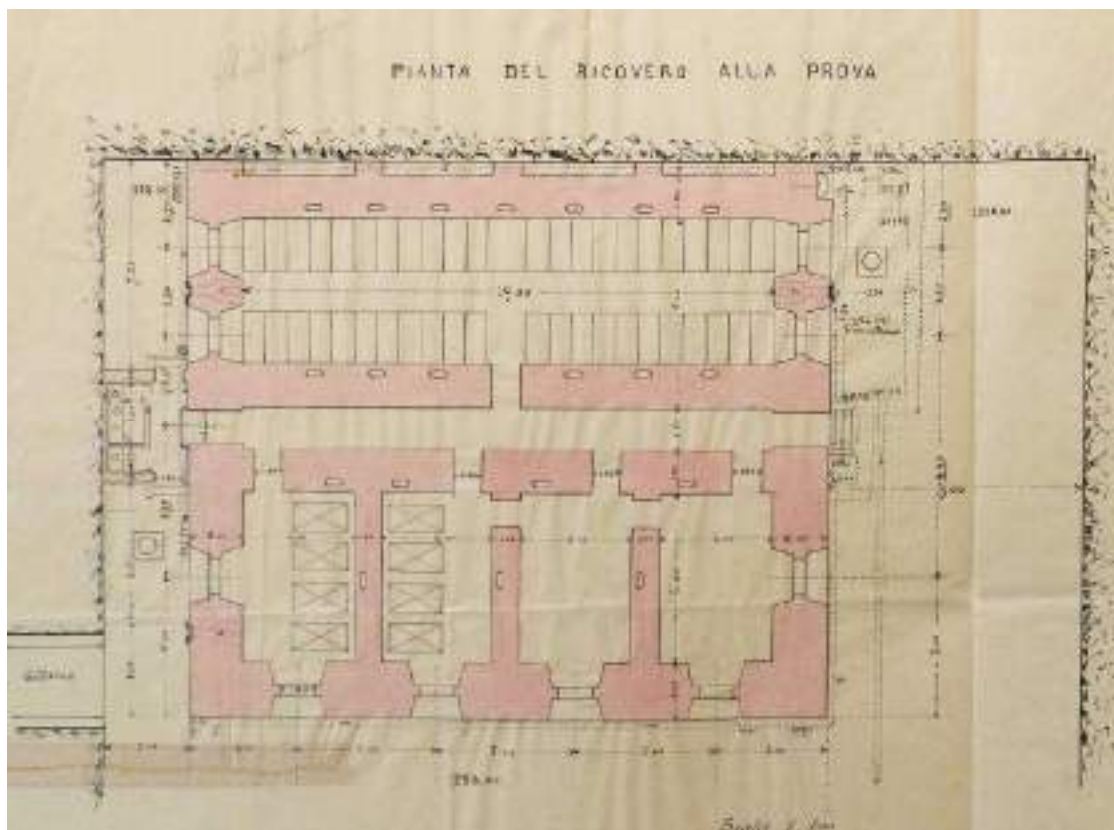


Figura 6.

Il “ricovero alla prova” si è conservato, grazie alle intercapedini realizzate all’interno delle mura.

La galleria di collegamento, un lungo camminamento blindato con uno spessore di m. 1,50 di calcestruzzo sul lato ovest e interamente appoggiato alla montagna su quello est, ha un’ampiezza di m. 2,50 e un’altezza di m. 3,50; la volta, dello spessore di circa m. 1,20, è coperta con pietre di granito irregolari, un espediente tipico della fine degli anni 10 dell’Ottocento, giacché, dovendo resistere all’azione delle granate-torpedine, tendenzialmente si opta per evitare la sovrapposizione delle coperture con lo strato di terra che avrebbe generato l’intasamento della camera interna dei proiettili. Per minimizzare gli effetti di scoppio, inoltre, viene disteso sulle coperture un lastricato di pietra dura (generalmente granito o porfido), ovvero uno strato di calcestruzzo cementizio. Le granate-torpedine, avendo le pareti relativamente sottili, quando incontrano un bersaglio resistente si spezzano, esplodendo prima ancora che la forza d’urto possa agire sul bersaglio stesso, se munite di spoletta ad azione istantanea¹¹.

¹¹ E. Rocchi, *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza*, Torino 1899, p. 35.

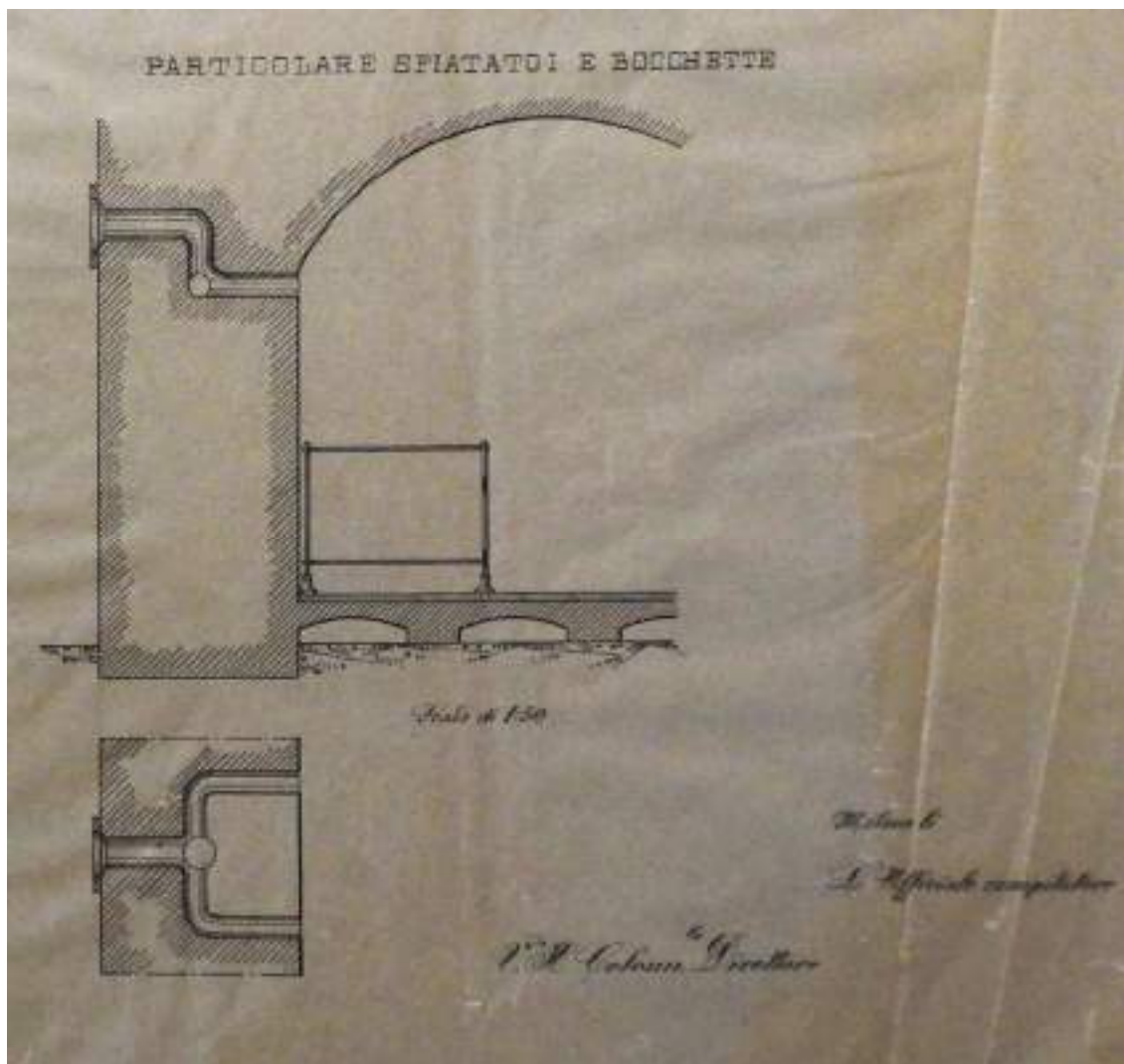


Figura 7.

Tutti i percorsi di accesso alla batteria sono sorvegliati da feritoie strombate incassate nei muri della struttura. Le feritoie, inquadrare da massicci blocchi di granito finemente lavorato, il cui disegno architettonico è particolarmente curato, così come lo è il disegno di tutto il complesso fortificato, sono munite di piastra balistica (Figg. 6, 7, 8, 9 e 10).

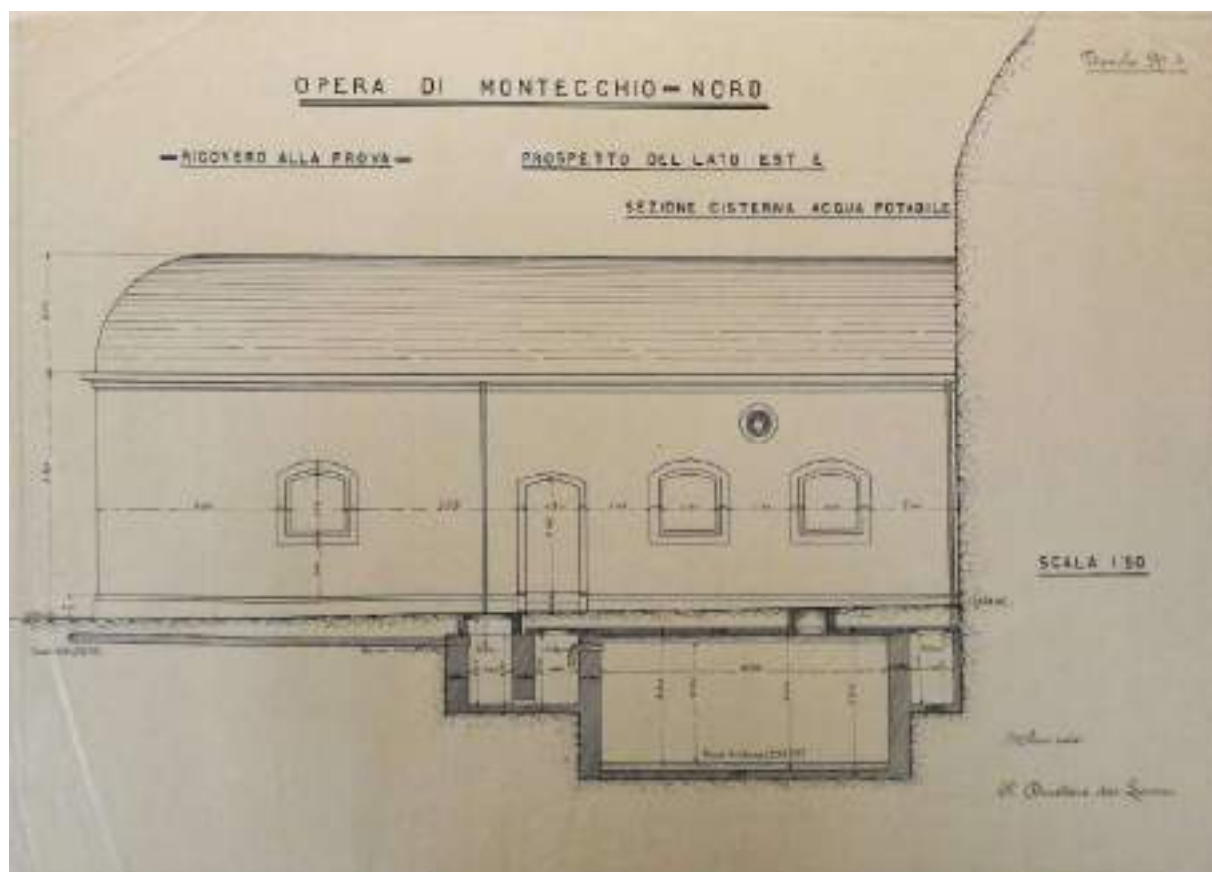


Figura 8.

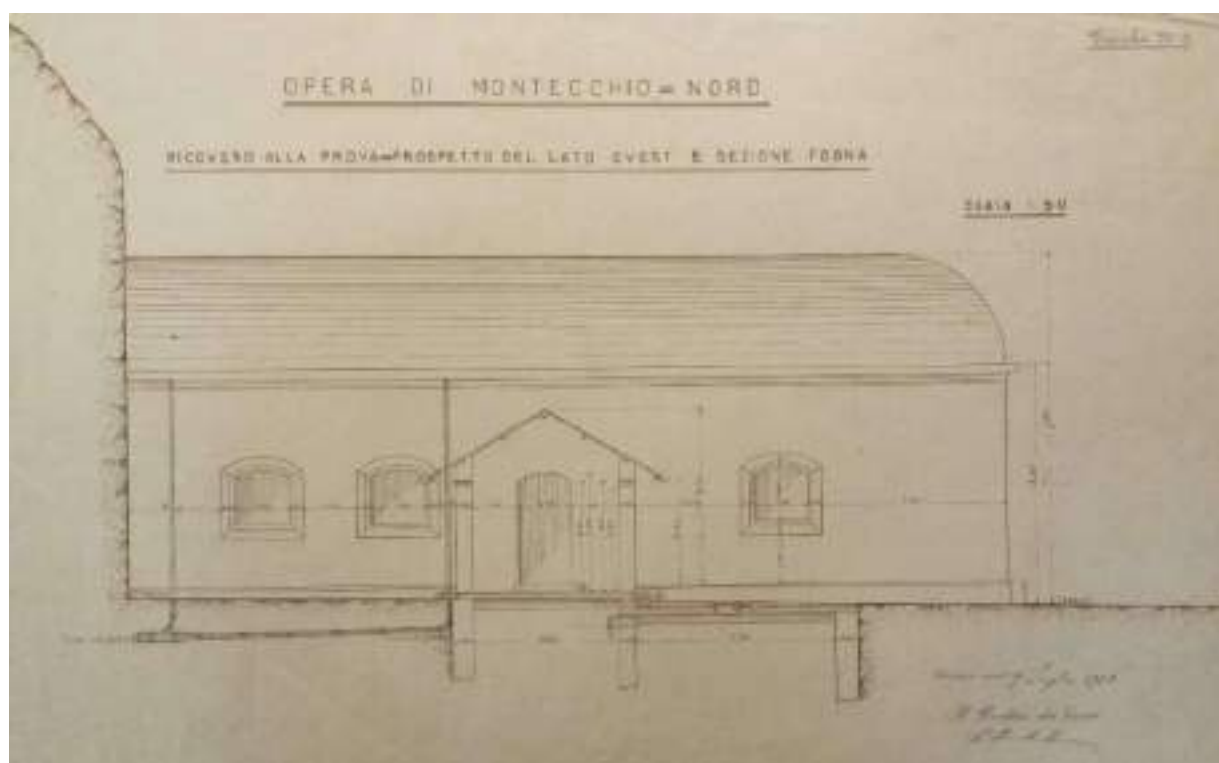


Figura 9.

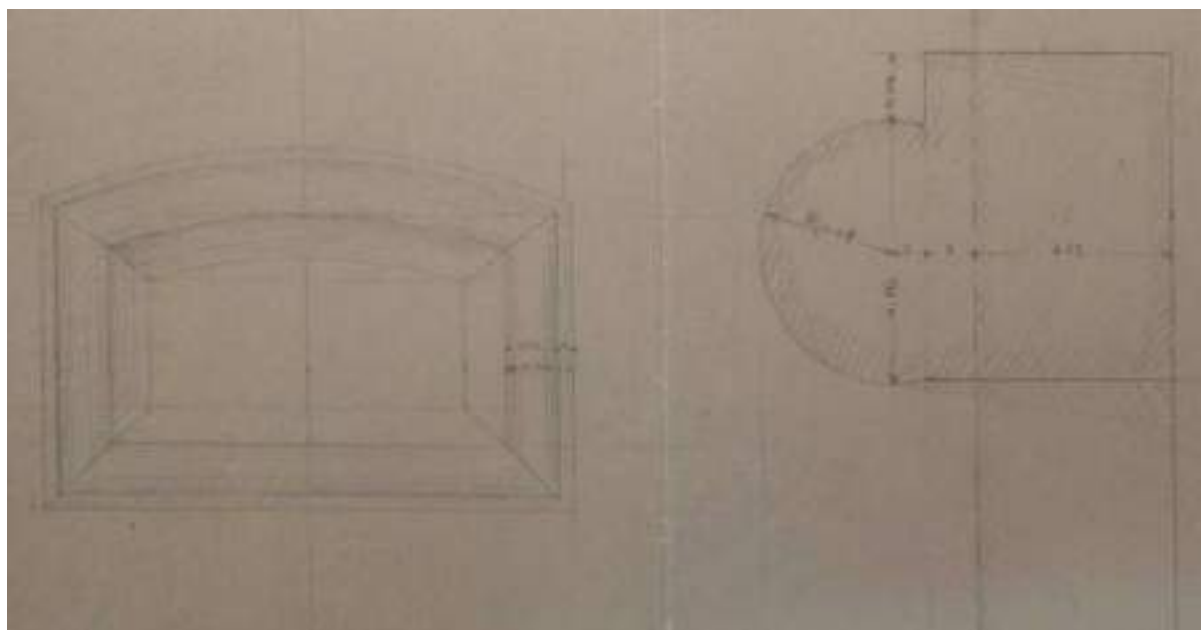


Figura 10.



Figura 11.

Come le feritoie, anche porte e finestre sono inquadrate da elementi in granito aggettanti con profilo stondato; l'architrave è arcuato superiormente.

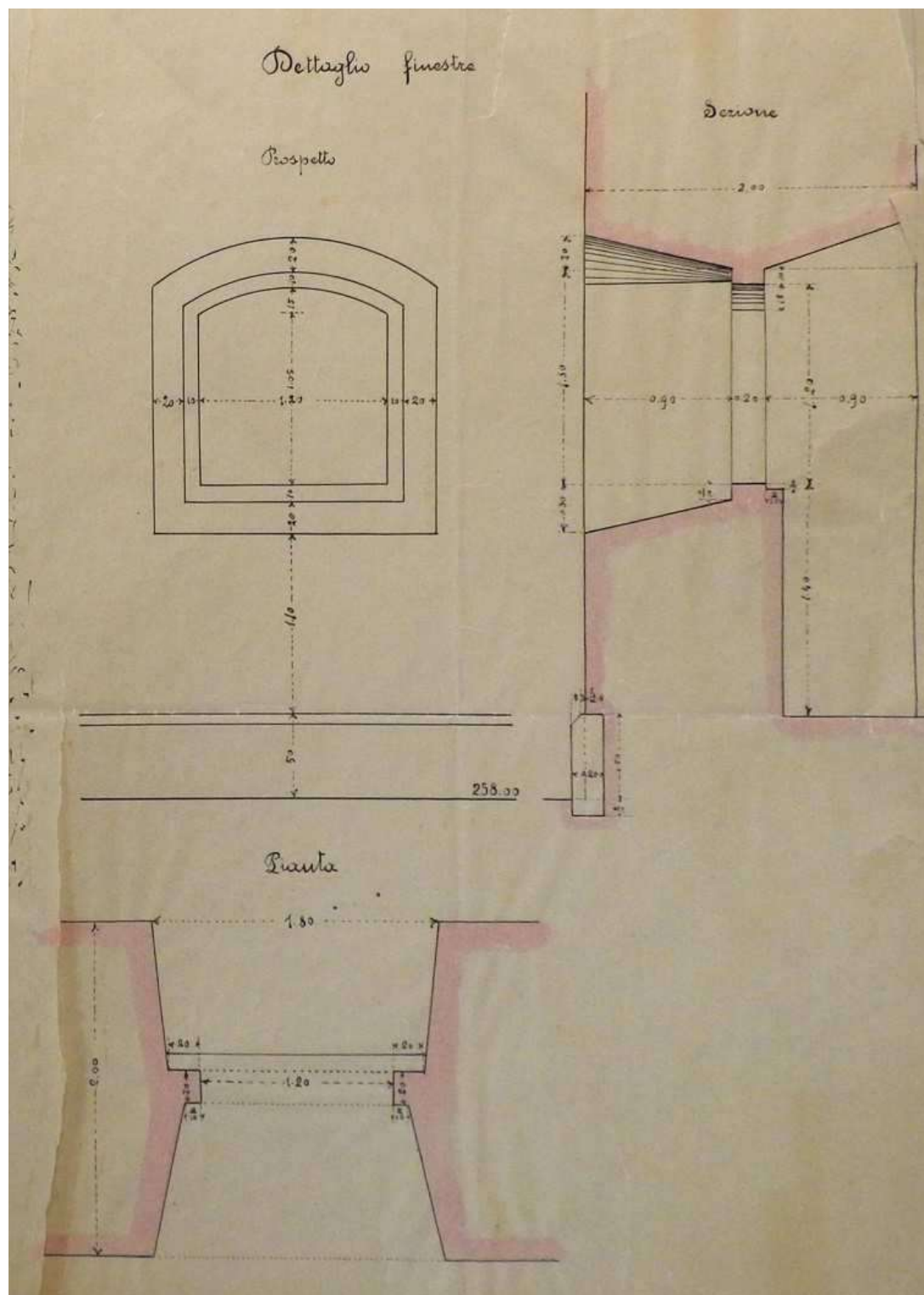
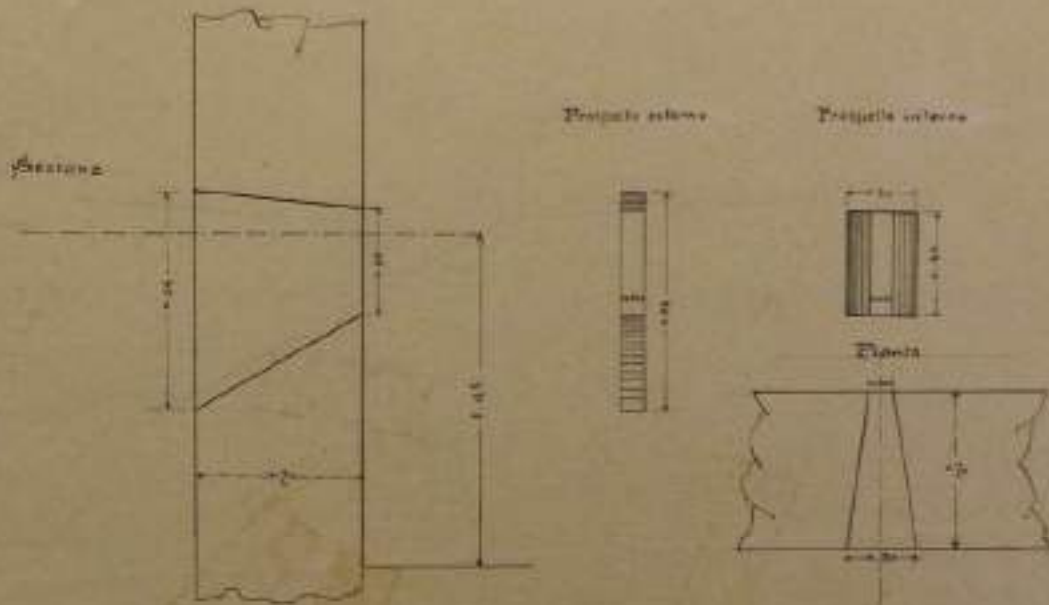


Figura 12.

Opera di Montecchia-Nord.

Feritoia verticale

Scala di 1 = 10



Feritoia orizzontale

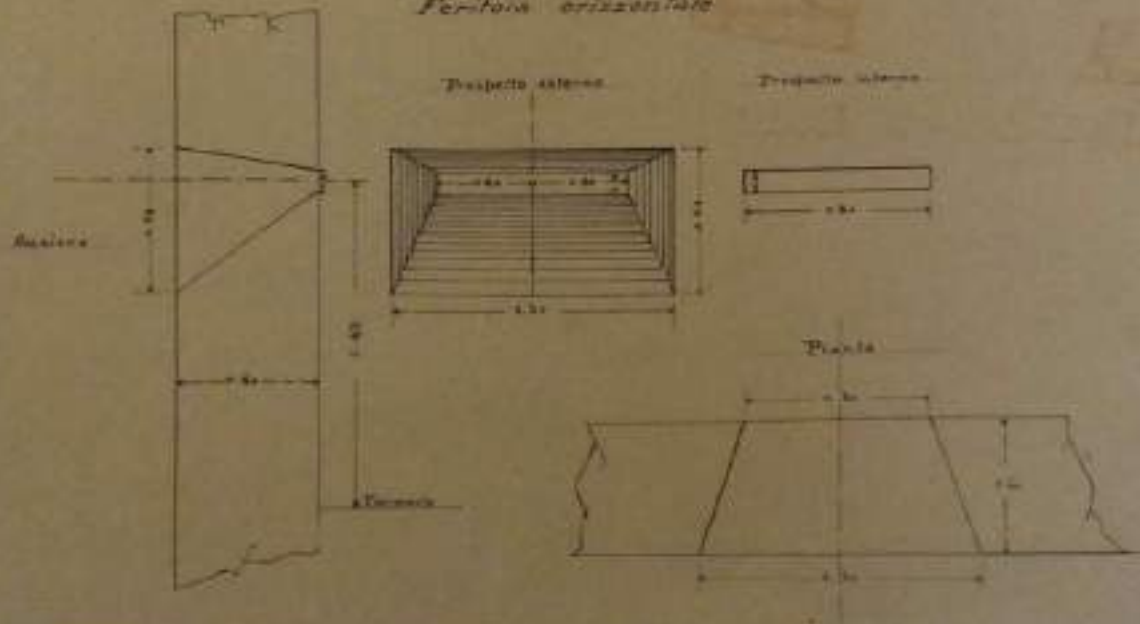


Figura 13.

Lungo il camminamento si trovano due locali dislocati sul lato ovest destinati al caricamento dei proiettili e al maneggio degli esplosivi. Le mura esterne sono state alleggerite per permettere ad eventuali esplosioni causate da un errore durante le operazioni di armamento di sfociare al di sopra del camminamento fortificato, evitando in questo modo gravi danni alla struttura e al personale che non si trovasse nelle immediate vicinanze dell'esplosione.

Proseguendo lungo il corridoio si trova il lavatoio della truppa: una vasca in pietra, con una pompa a depressione e cisterna per l'acqua (Fig. 14).

In corrispondenza dei due locali destinati al caricamento dei cartocci e dei proietti inizia quel tratto di galleria che si affaccia sul cortile esterno e quello prospiciente il piazzale interno. Questa porzione del prospetto, così anche la copertura, è rivestita all'esterno con pietre di granito disposti ad opera incerta.

La batteria costituisce il cuore dell'intero complesso e ospita i pozzi nei quali sono alloggiati i pezzi d'artiglieria. Essa è costituita da un edificio a due piani collocato nella parte nord-orientale del complesso, a 268 m sul livello del mare (Figg. 15, 16).



Figura 14.

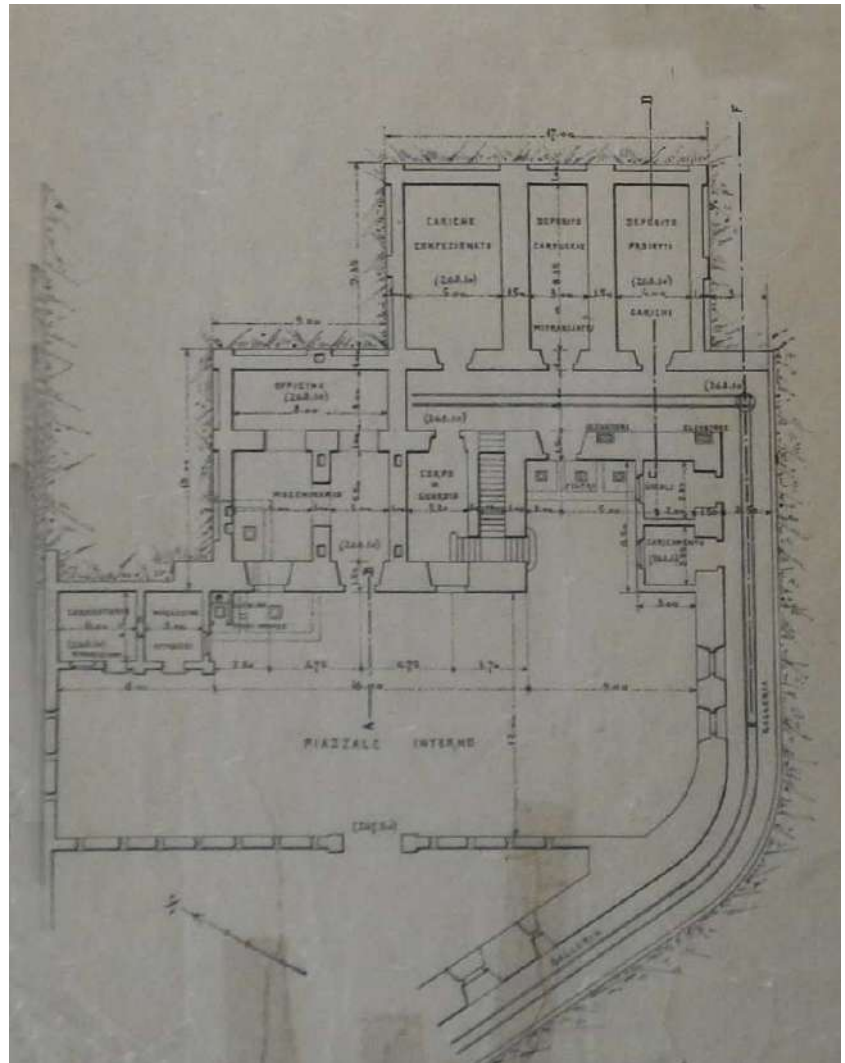


Figura 15.

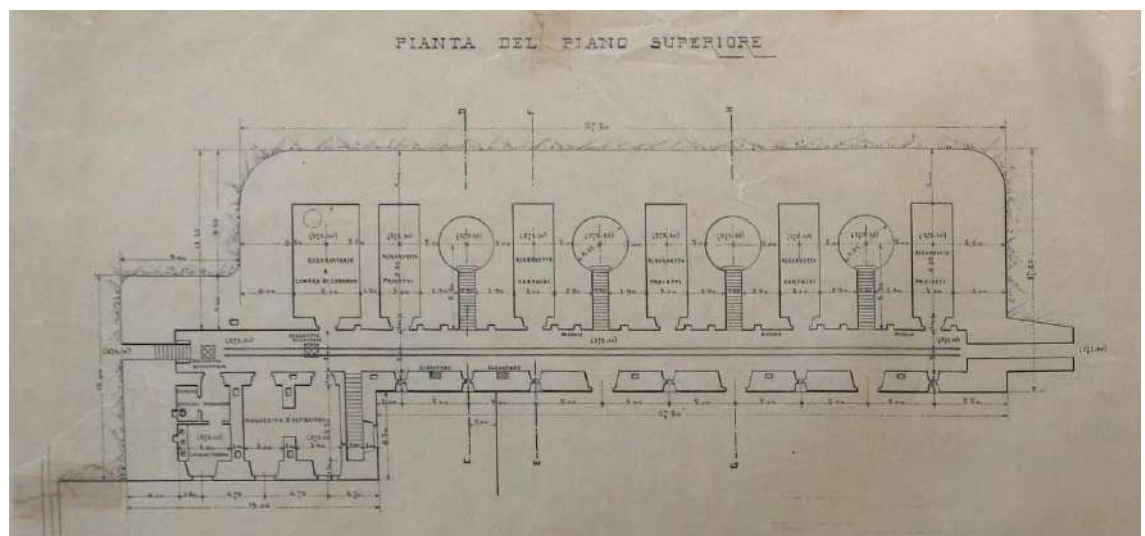


Figura 16.

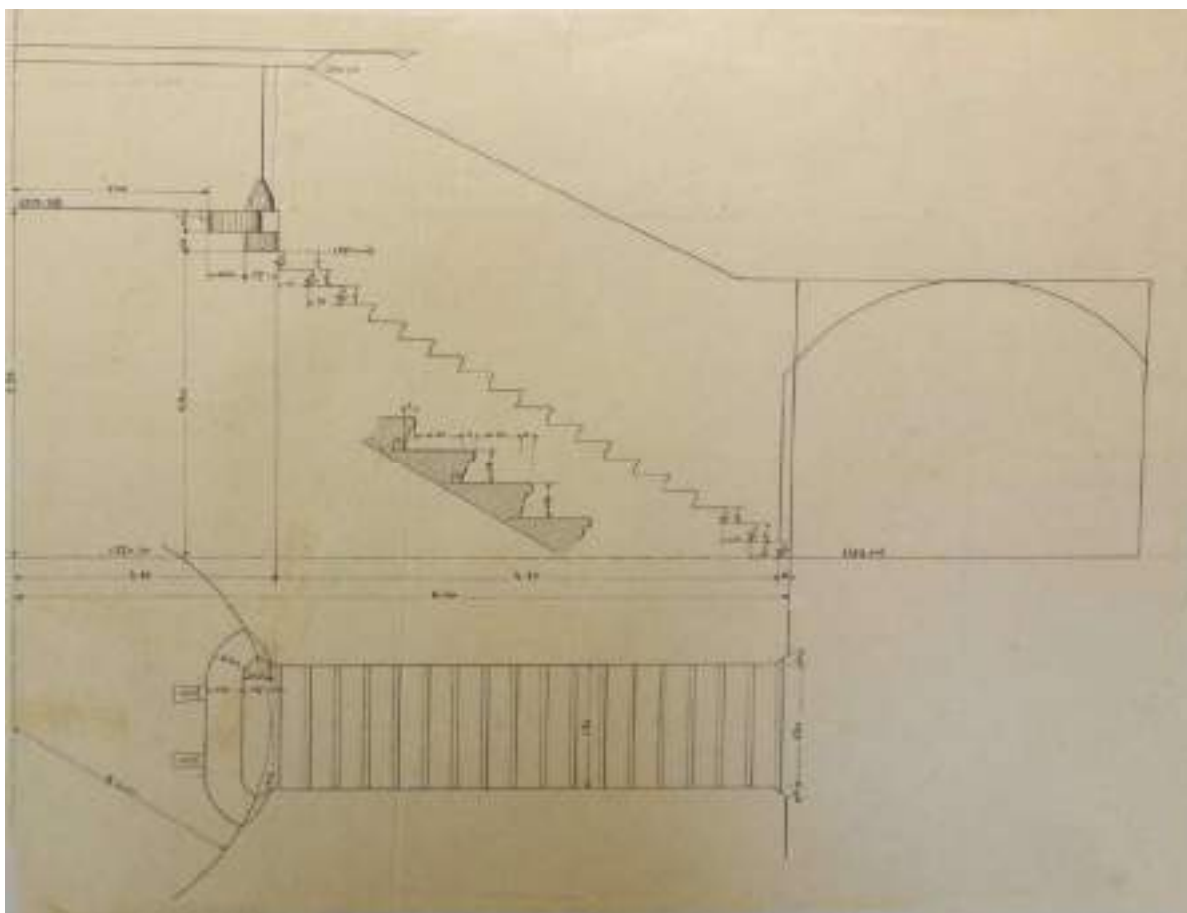


Figura 17.



Figura 18; Figura 19.

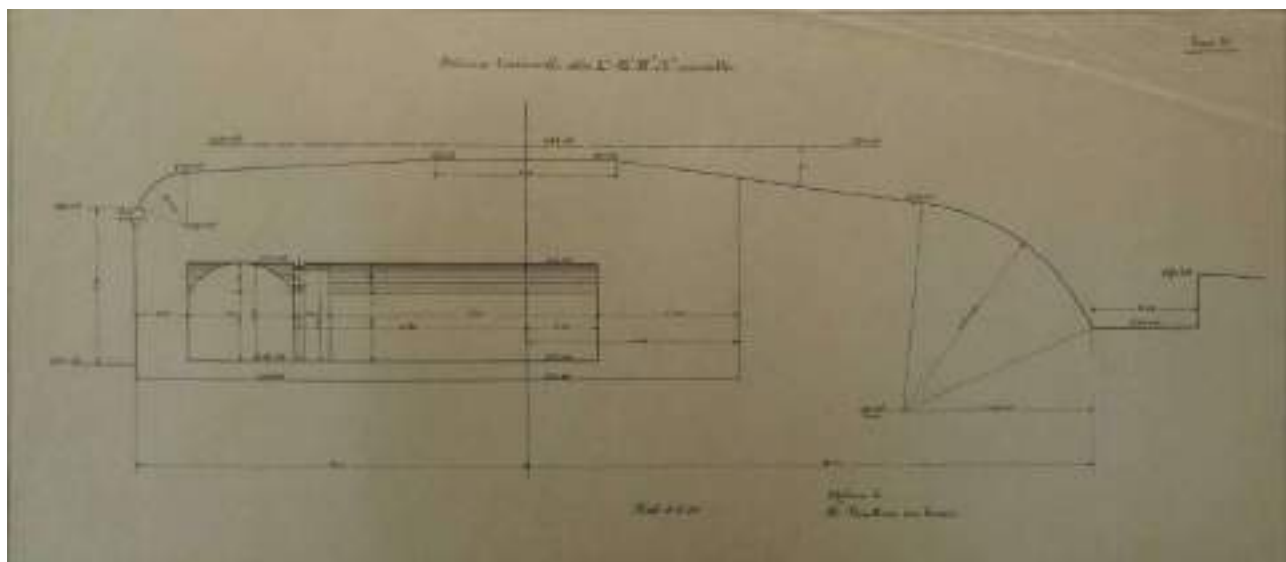


Figura 20.

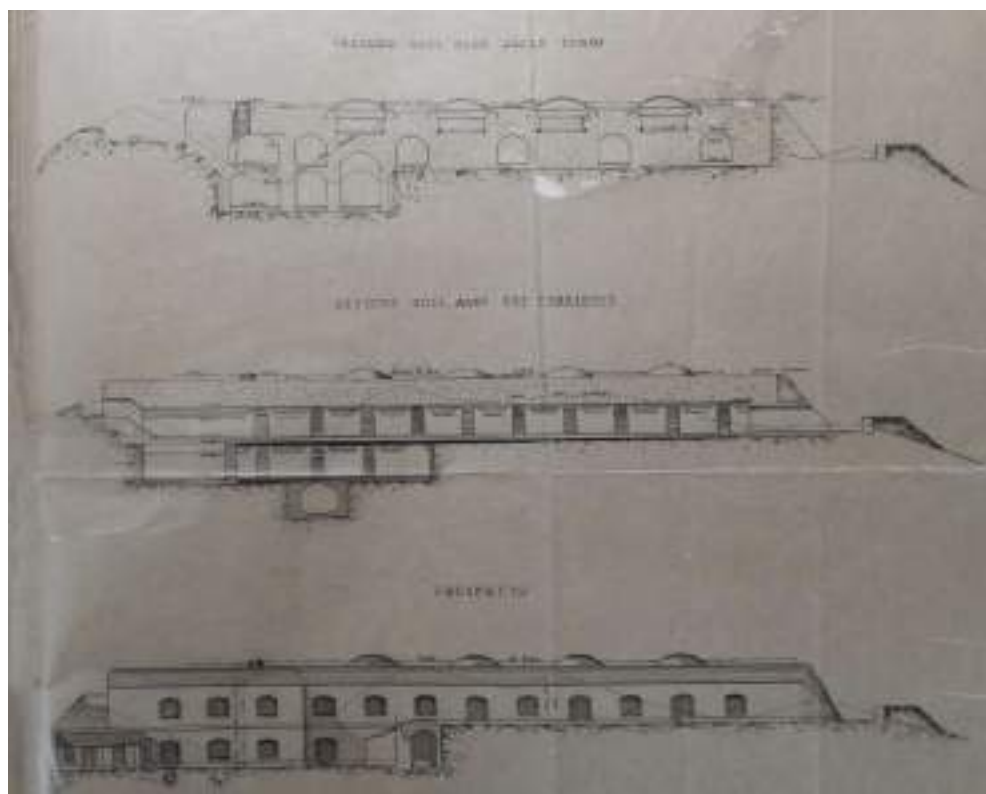


Figura 21.



Figura 22.

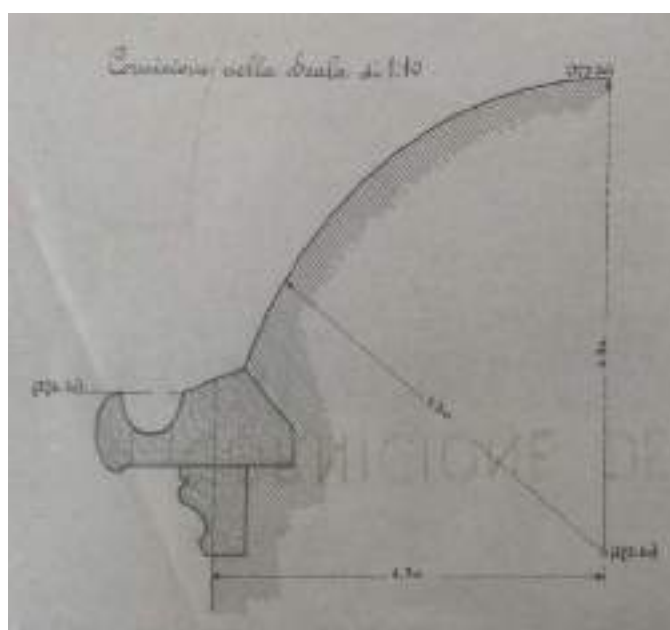


Figura 23.

Dalla piazza d'armi, si accede al piano terra, dove vi è il locale delle macchine, a sua volta suddiviso in quattro vani: la discesa delle fognature, la sala dei generatori, la sala della pompa di ventilazione, la sala delle batterie stazionarie.

L'intera batteria presenta un rivestimento in granito di San Fedelino apparecchiato a *opera incerta*: i blocchi, seppure di forma irregolare, sono tutti ben lavorati, mentre le pietre angolari sono bene squadrate e più massicce.

Una fascia marcapiano costituito da blocchi squadrate segna orizzontalmente il fronte principale dell'opera.

I canali di gronda in blocchi contigui di granito corrono orizzontalmente lungo il profilo esterno della copertura della batteria, così come della galleria di collegamento e del ricovero alla prova: i blocchi sono magistralmente lavorati, e presentano nella parte superiore il canale di scolo e nella inferiore il gocciolatoio (Figg. 22, 23).

A ovest del ricovero alla prova si trova un grande piazzale al termine del quale ancora oggi è ben visibile il campo di bocce utilizzato dai militari per l'attività di svago.

La piazza d'armi è chiusa da un imponente cancello in acciaio fucinato (Figg. 24, 25, 26) sostenuto ai lati da due pilastri di granito costituiti da venti blocchi squadrate e finemente lavorati che si appoggiano sui lati al massiccio muraglione rivestito in granito, disposto a *opera incerta*.

La polveriera del forte è stata interamente scavata nella roccia. 12-14 m di roccia ne costituiscono la naturale blindatura di protezione dei vani sottostanti.

Da un lungo corridoio, che si stacca ortogonalmente in corrispondenza del centro della galleria di collegamento, si accede alla polveriera costituita da sei riserve scavate nella roccia, disposte in modo alternato (tre a destra, tre a sinistra) rispetto al corridoio.

Le riserve sono state sfalsate sui due lati della polveriera e i singoli locali inframezzati da oltre 6 metri di roccia, cosicché un'eventuale esplosione sarebbe rimasta confinata alla singola riserva, scaricando l'onda d'urto sulla volta e nel corridoio, senza colpire gli altri locali, evitando dunque una serie di esplosioni a catena.

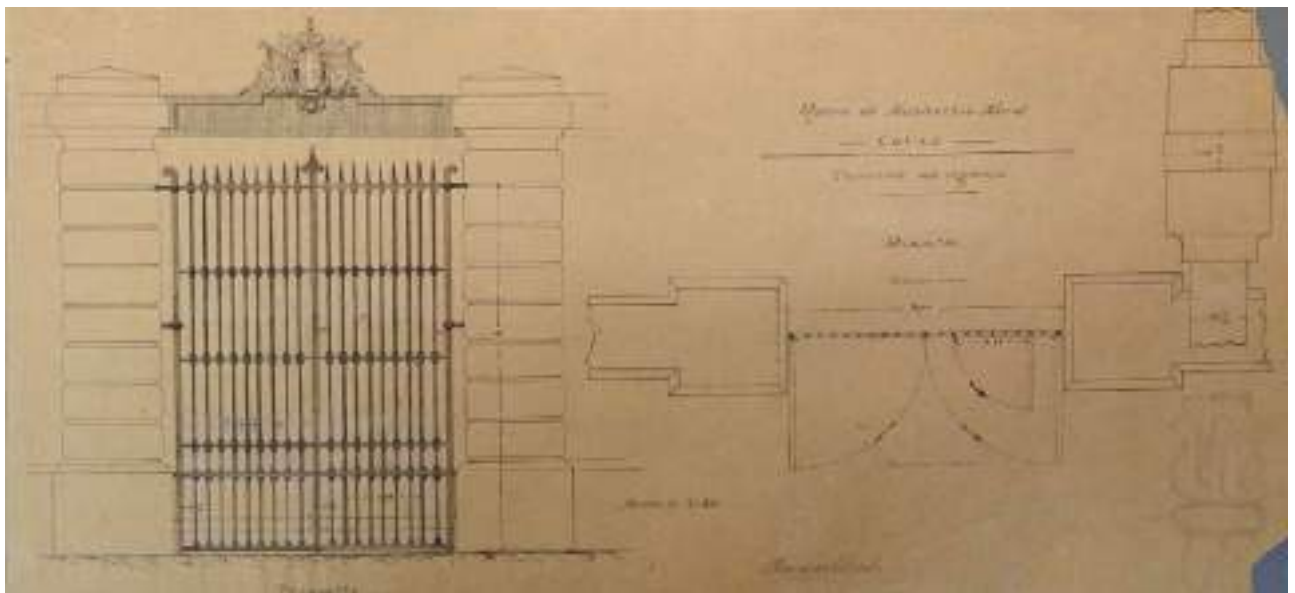


Figura 24.



Figura 25.

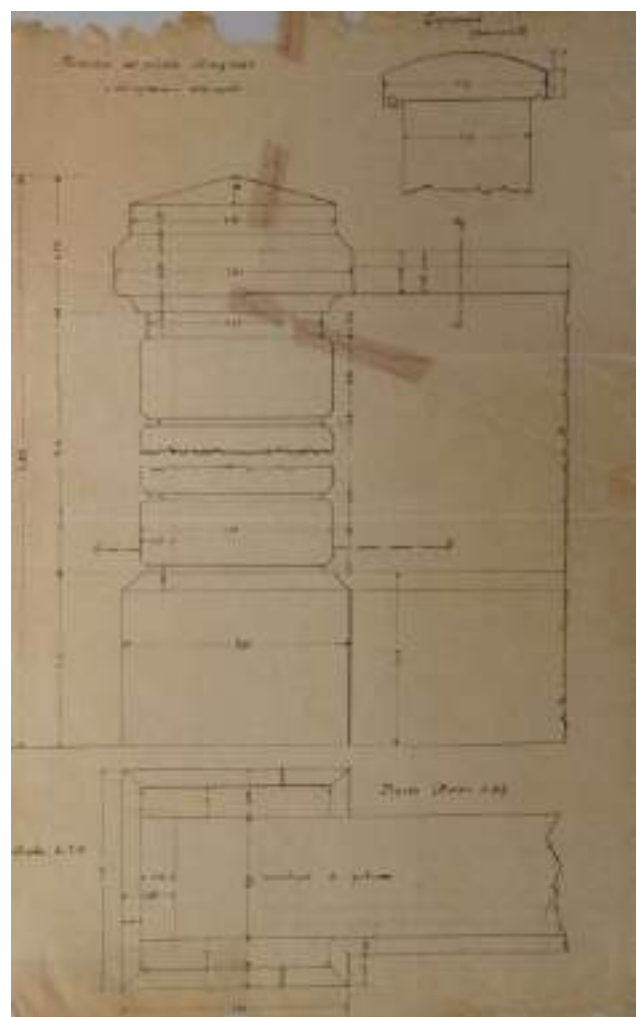


Figura 26.



Figura 27.

Si è fatto uso della lamiera zincata per foderare l'intradosso della copertura della polveriera, un sistema di deumidificazione, che ha il compito di mantenere l'ambiente in cui si conservano le polveri asciutto e fresco (Figg. 28-29-30); sono stati lasciati pochi centimetri tra la lamiera e la volta di mattoni, così da lasciare uno spazio per il passaggio dell'aria che raffredda il metallo e dunque condensa l'umidità presente nell'aria. Le gocce di umidità finiscono dunque in apposite canalette arrivando fino a terra dove la scanalatura realizzata nel cemento consente di scaricare l'acqua in appositi tombini.



Figura 28.

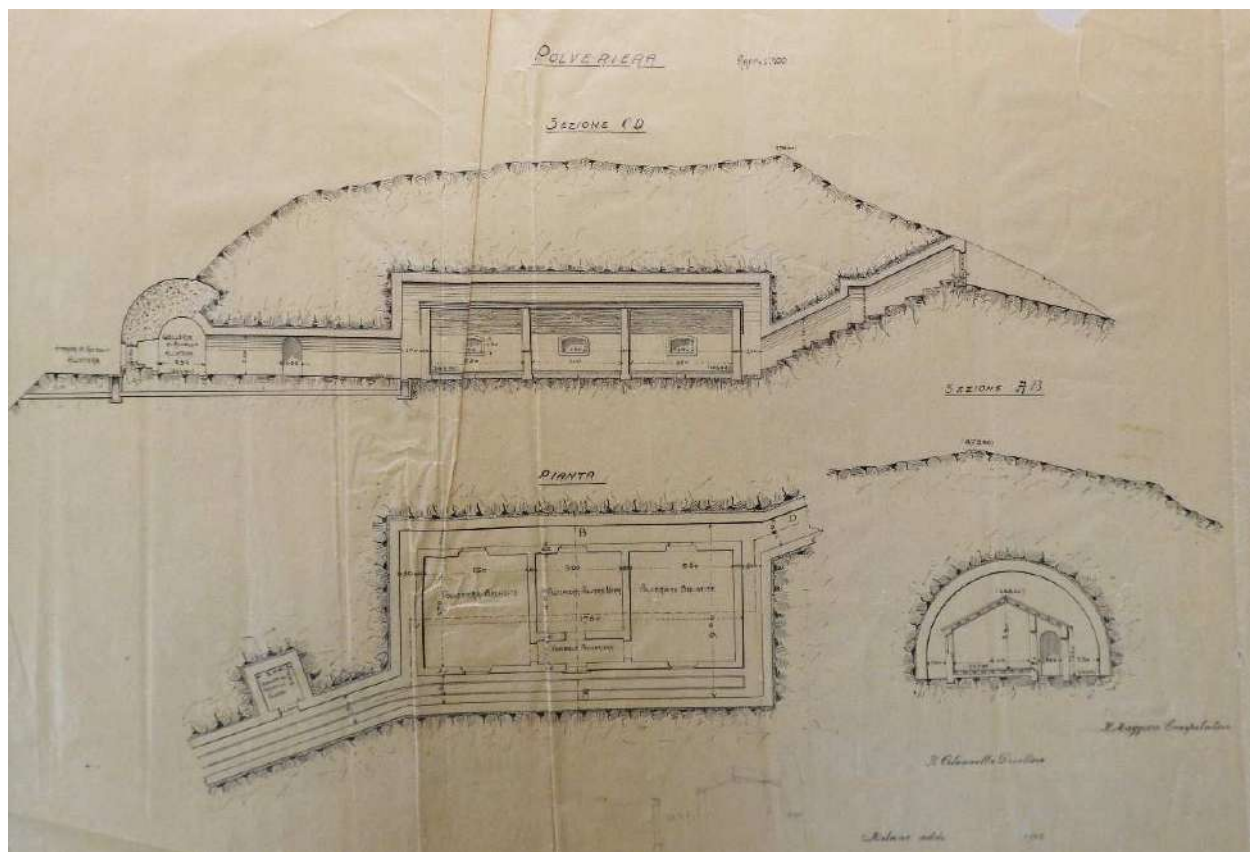


Figura 29.

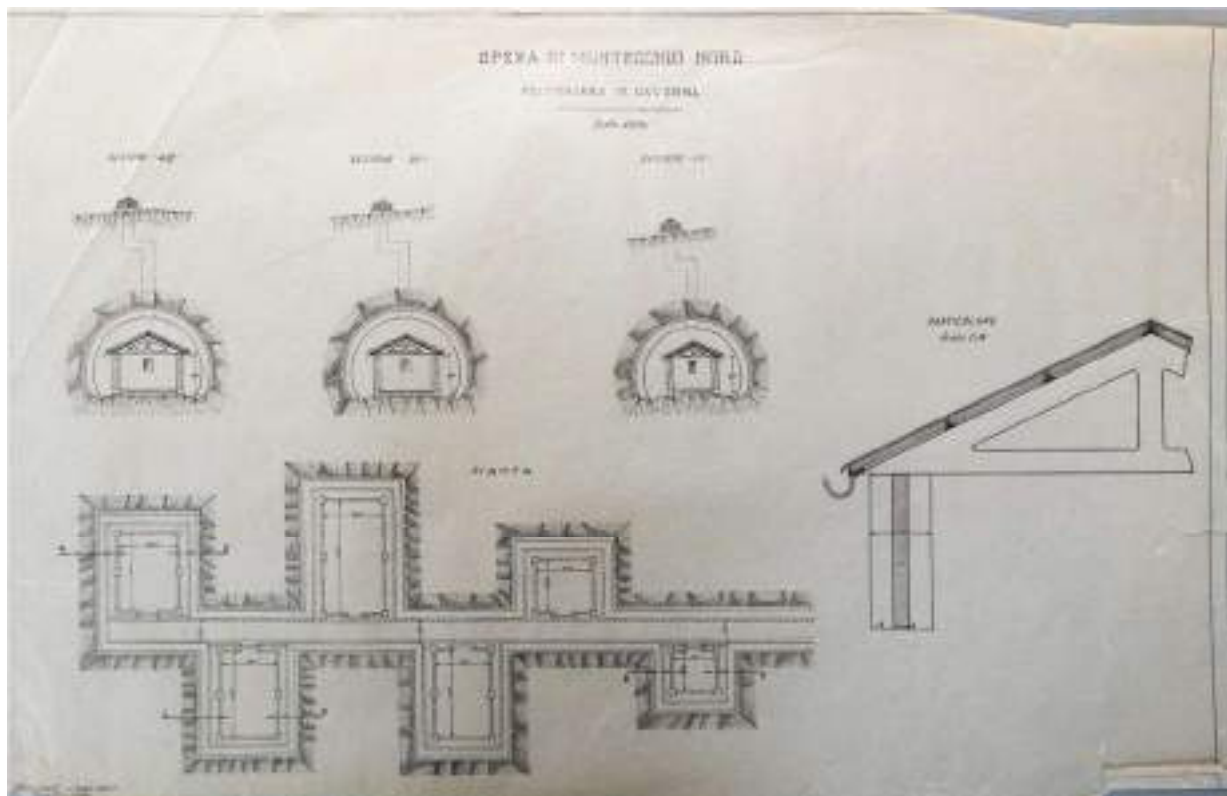


Figura 30.

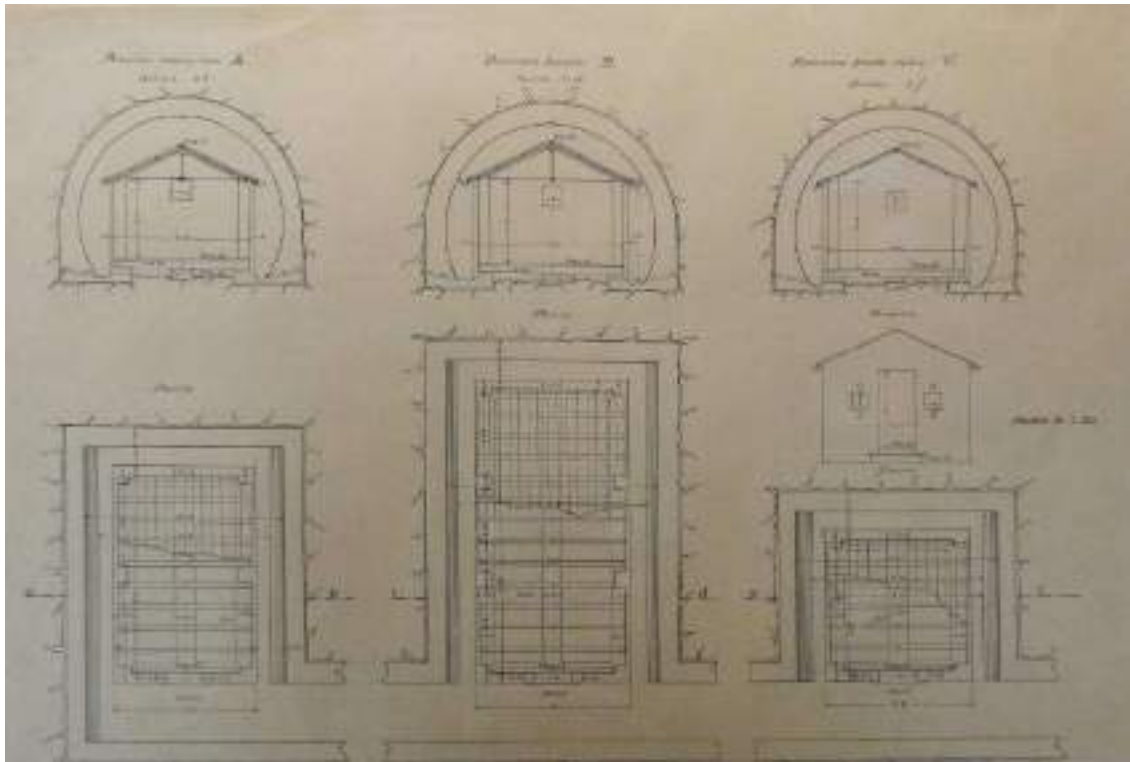


Figura 31.

Inoltre, sempre al fine di migliorare il riciclo dell'aria all'interno della polveriera, eliminando il più possibile l'umidità, alcune condutture di areazione, tubi che attraversano in altezza la roccia fino alla sommità della collina, finendo con i due camini posizionati all'interno della boscaglia, partono dalla parte più profonda della polveriera.

All'interno dell'ampio spazio voltato, interamente scavato nella montagna e poi rivestito in mattoni, sono state realizzate le riserve, piccole "case" in legno, con il tetto spiovente di quadrelli di mattoni, o lastre di cemento, sui cui lati sono state realizzate delle grondaie per la raccolta dell'acqua che filtra dalla roccia, ovvero per quella che si genera a causa dell'umidità, e il suo smaltimento a terra.

I pavimenti sono realizzati in legno, tutta la chiodatura è in bronzo per evitare l'innescò di possibili scintille, e tra il palco in legno e il suolo vi è un'intercapedine di circa 30 cm, realizzata al fine di sopperire all'umidità di risalita.

La porta che immette nella riserva è posta tra due finestre di modeste dimensioni; in una di queste è posizionato un faretto chiuso in modo ermetico tra due vetri, per evitare che eventuali scintille potessero colpire gli esplosivi¹² (fig. 31), l'altra è provvista di bocchette per l'aerazione della lanterna

¹² Sulla parte frontale del faretto è posizionato un vetro scuro o un foglio di mica per far filtrare poca luce all'interno del locale, infatti alcuni degli esplosivi utilizzati erano particolarmente sensibili e una luce troppo intensa avrebbe potuto dare l'innescò.

d'olio, garantendo così un'illuminazione naturale, una sorta di luce d'emergenza in caso di avaria all'impianto.

La luce elettrica, prodotta da un generatore ancora presente e i cui cavi sono incapsulati in tubi di metallo con protezione di carta catramata, serve solo per l'illuminazione e per far funzionare il sistema di aspirazione che convoglia i fumi, tramite una condotta sotterranea, in una vasca piena d'acqua posta lontana dal forte, in modo che un'eventuale perdita di fumo non tradisse la posizione della fortezza.

L'armamento del forte



Figura 32.

Il forte Montecchio Nord rappresenta l'unico esempio di artiglieria da fortezza italiana del primo conflitto mondiale giunto intatto ai nostri giorni. Il forte è tuttora munito di una batteria di cannoni di medio calibro da 149 mm Schneider (149S) con affusto a deformazione, sistemati in pozzo e protetti da cupole girevoli corazzate dello spessore di 160 mm.

L'installazione può ruotare su 360° e permettere un settore verticale di tiro da - 8° a + 42°; il cannone è dotato di freno, di recuperatore e di un congegno ad aria compressa per l'espulsione della canna dei gas di combustione.

La cupola, prodotta dalla stessa Schneider, è costituita da due segmenti in acciaio K cementato e temprato mediante trattamento differenziale, dello spessore di mm 140, con sottocorazza formata da due lamiere sovrapposte di 12 mm ciascuno.

La protezione è completata da una avancorazza di circa 1,00 m in ghisa indurita, divisa in sei segmenti e disposta attorno alla base della cupola ed inglobata nel masso di calcestruzzo.

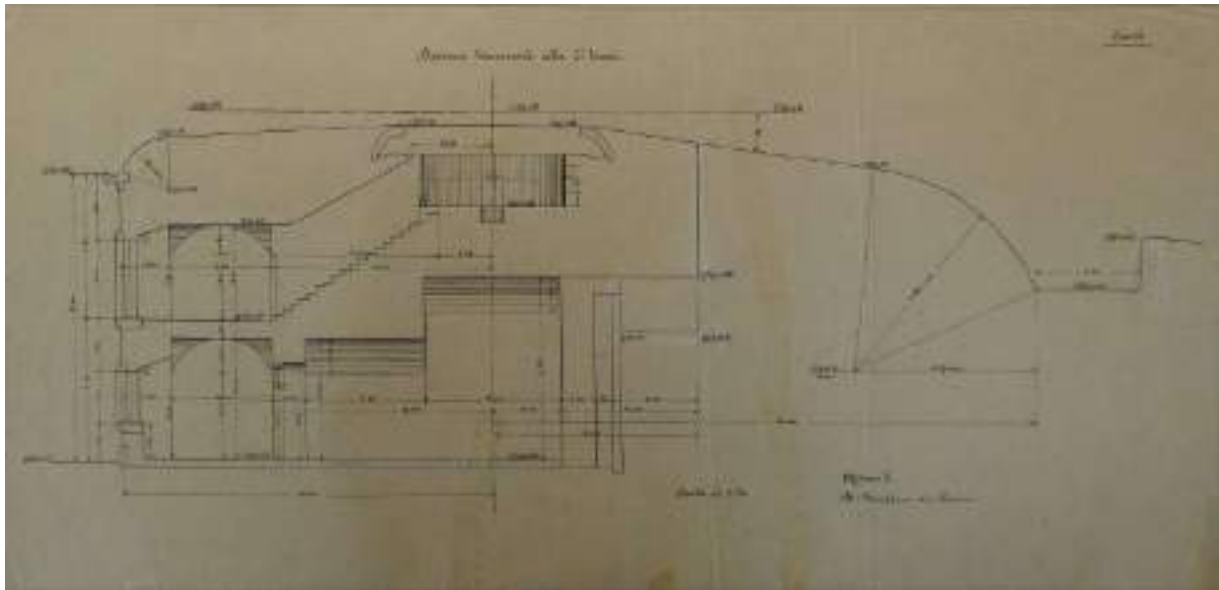


Figura 33.

L'installazione completa di corazza ha un peso di 99.830 kg. Ognuno dei sei segmenti di avancorazza pesa 7.375 kg, mentre le due piastre di corazzatura – sia quella anteriore che posteriore – hanno un peso che va dai 12.700 ai 13.000 kg.

Il cannone (3800 kg) è costruito in acciaio e formato da un tubo cerchiato da tre manicotti per tutta la sua lunghezza, di culatta, di mezzo e di volata.

L'anima ha 48 righe a passo costante sinistro; due camere, quella del proietto rigata e quella della carica liscia.

Le prestazioni balistiche di questo cannone sono quasi identiche a quelle del 149/35 A prodotto dagli stabilimenti governativi, potendo utilizzare sia le granate previste per il cannone nazionale sia quelle di modello specifico per il 149/35 S.

La gittata era di 12.100 metri con granata 149 S da 42 kg, 11.600 metri con lo sharapnel 149 S da 52 kg, 14.200 metri con la granata monoblocco da 149 A di 37 kg¹³.

Le cariche e le granate, conservate nelle riserve al di sotto dei pozzi dei cannoni e nei depositi al di sotto del corridoio di batteria, venivano trasportate ai cannoni mediante carrelli su binari ed elevatori.

¹³ Questi cannoni non usavano cariche di lancio in bossolo ma bensì il sacchetto. Ossia, gli esplosivi per le cariche erano conservati nella polveriera e all'occorrenza venivano portati nell'apposito locale dove una squadra di soldati provvedeva al confezionamento delle cariche di lancio, di varia dimensione e peso.

Questo sistema di caricamento antiquato era stato purtroppo conservato dall'Esercito anche per i cannoni di più recente fabbricazione, a differenza di quanto facevano non solo gli Austriaci ma anche la Marina Militare, che aveva già adottato il caricamento con bossolo da alcuni anni per diversi tipi di cannoni.

Il puntamento viene effettuato dalla Camera di Comando, dove gli ufficiali calcolano le traiettorie in base alle tavole di tiro, controllando i risultati attraverso la cupola di osservazione.

Gli ordini ai pezzi vengono impartiti dalla Camera di Comando attraverso un sistema acustico interfono.

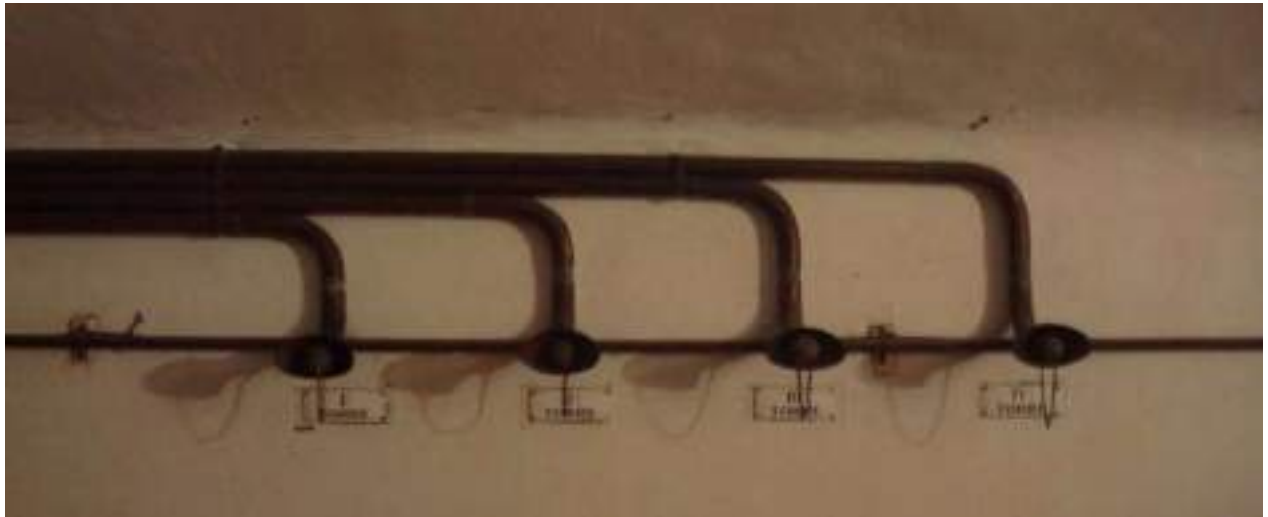


Figura 34.

L'energia elettrica è fornita da un motore Diesel, posizionato in un apposito locale, ed è inoltre disponibile un gruppo di batterie per l'illuminazione di emergenza (Fig. 35).

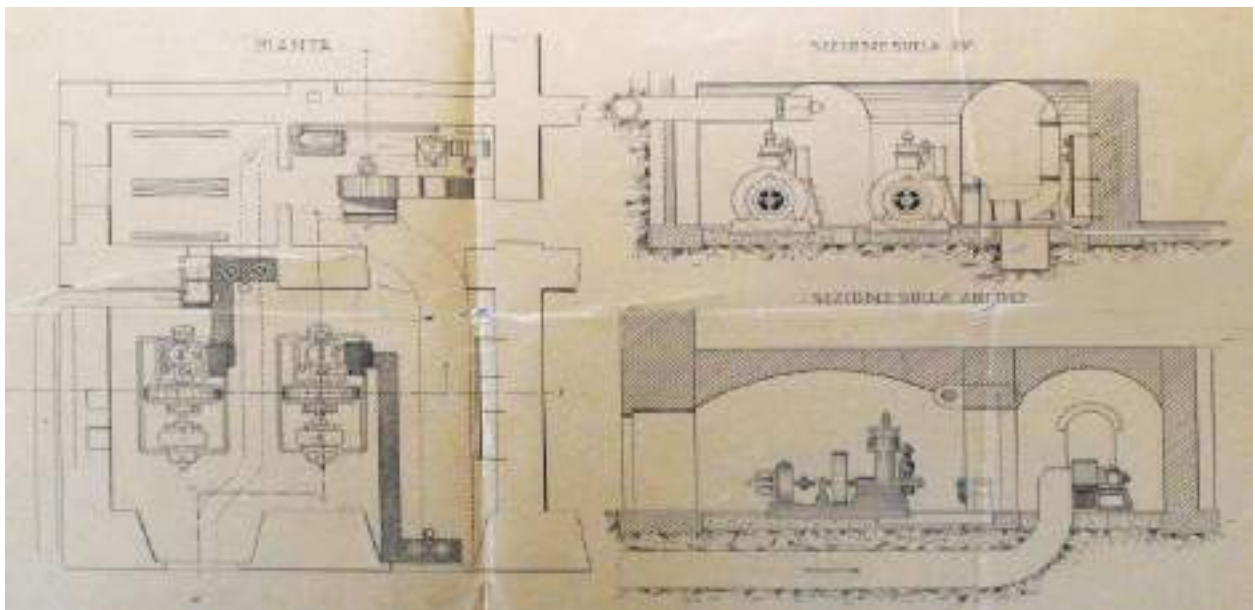


Figura 35.



Figura 36.

Conclusioni

Forte Montecchio Nord rappresenta un tipo di forte particolare perché, oltre ad essere tra le batterie corazzate di tipo Rocchi una di quelle che presentano il valore più alto del rapporto pietra/calcestruzzo, si classifica come una delle poche a non aver subito alcuna spoliatura di pietre lavorate.

«Importa ridurre i particolari tecnici e di ordinamento delle opere alla più grande semplicità, non solo per ragioni economiche, ma anche e soprattutto in omaggio al concetto che un'opera di difesa non è un'opera d'arte nel senso comune del termine, ma uno strumento di guerra [...] tuttavia l'arte della difesa non può non risentire l'influenza più o meno diretta del carattere del tempo e dello stato sociale. [...] Se nel Quattrocento gli ideali artistici portavano ad abbellire anche gli strumenti di guerra, vale a dire le fortezze e le artiglierie, ora, sotto il predominio di altre tendenze e, soprattutto in relazione al modo col quale si svolgono le guerre, costituirebbero un vero anacronismo il culto di tradizioni per quanto rispettabili e lusinghiere nella storia dell'arte italiana»¹⁴.

Ma, a dispetto di ciò, l'elemento comune delle grandi opere difensive dei primi del Novecento consiste nel saper coniugare estetica e funzione nell'uso dei materiali come nell'applicazione della tecnologia alla materia.

Nell'analisi architettonica di forte Montecchio Nord, infatti, uno degli elementi che maggiormente impattano è la copiosa presenza di granito e l'uso sapiente che ne è stato fatto.

In ogni suo elemento, il materiale lapideo emerge con dignità di opera d'arte: portali, feritoie, rivestimenti a *opera incerta*, pilastri, soglie, canali, gronde, chiusini.

Ecco, allora, la scelta del granito San Fedelino, proveniente dalle montagne all'imbocco della Valchiavenna, attorno al lago di Mezzola¹⁵; un materiale di particolare durezza, a grana fine, uniforme e di colore grigio chiaro.

Il pesante cancello in ferro fucinato del 1914, ingentilito da pesanti rocchi in ghisa fusa, chiude l'accesso alla piazza d'armi sorretto da due alti e massicci pilastri, eretti sovrapponendo ciascuno dieci blocchi di granito finemente lavorati.

Disegno, proporzioni e disposizione seguono canoni rinascimentali: base massiccia e ben squadrata, otto cuscinetti più snelli e morbidamente stonati, capitello imponente e rigido nei profili ben affilati.

La "canala di gronda" è munita, a intervalli regolari, di doccioni in ghisa fusi in forma di mascheroni, grottesche rinascimentali; qui si assiste alla realizzazione di un doppio intento, l'esigenza

¹⁴ E. Rocchi, *Traccia per lo studio della fortificazione permanente*, Roma 1912, p. 147.

¹⁵ Il granito San Fedelino deve il suo nome alla vicinanza della cava principale dell'omonimo tempio proto-romano; questo, alla fine del Settecento, era utilizzato dagli operai impiegati nell'estrazione come deposito per gli attrezzi.

del decoro con quella squisitamente tecnica di poter allontanare l'acqua in eccesso dalla muratura e dall'intonaco sottostante.

Gli elementi che costituiscono il canale di gronda sia del "ricovero alla prova" che dell'opera presentano la stessa soluzione architettonica, anche se privi della piastra a mascheroni. Le dimensioni degli elementi lapidei variano in lunghezza dagli 80 ai 120 cm, con una larghezza di 45-50 cm e un'altezza di 25 cm, e sono provvisti di idoneo gocciolatoio. Anche il granito è l'elemento chiave della muratura di elevazione dell'opera, con pietre disposte ad *opera incerta*. Spiccano nelle murature i riquadri di porte e finestre dove architravi e soglie sono tutte finemente lavorati e smussati ad arco di cerchio.

A delineare lo spazio strombato come si conviene a feritoie per fucilieri e mitragliatrici, balzano all'occhio, infine, i morbidi volumi delle molte aperture, equamente spaziate e, come i portali, in granito lavorato a punta fine¹⁶.

Il Forte Montecchio è l'unico superstite dei 48 forti, originariamente costruiti all'inizio del 1900, che conserva oltre alle strutture gli impianti elettrici, di ventilazione, la sua dotazione di quattro imponenti cannoni da 149 mm Schneider sotto cupola girevole corazzata.

Nella costante azione di salvaguardia e valorizzazione del patrimonio storico della Prima Guerra Mondiale, il Museo della Guerra Bianca, consapevole dell'eccezionale valenza storica della struttura, ha intrapreso fin dal lontano 1974 una serie di interventi volti a garantire la conservazione e l'adeguata fruizione del Forte ad esso affidato.

Il progetto di restauro è stato approvato dal Ministero per i Beni e le attività culturali – Segretariato Regionale della Lombardia, struttura competente per i beni afferenti al Patrimonio Storico della Prima Guerra Mondiale.

¹⁶ W. Bellotti, *I sistemi difensivi e le grandi opere fortificate in Lombardia tra l'Età Moderna e la Grande Guerra. Le batterie corazzate*, Temù 2009, pp. 64.

Il forte come risorsa turistica.

Valenze naturalistiche e turistico-culturali del Pian di Spagna.

La Frontiera Nord rappresenta un importante lascito della Prima guerra mondiale. La complessa linea difensiva viene costruita a poca distanza dalla frontiera svizzera nel timore di un'invasione tedesca che, violando la neutralità elvetica, possa prendere alle spalle l'Italia settentrionale. Con una sequenza ininterrotta di fortificazioni, camminamenti, percorsi, viabilità di supporto la Frontiera Nord attraversa le province del Verbano-Cusio-Ossola in Piemonte e di Varese, Como, Lecco e Sondrio in Lombardia. Il territorio lombardo è ricco di costruzioni di difesa poste all'incrocio tra le valli in posizioni dominanti. Il forte Montecchio ne è un ultimo esempio. Con le numerose opere difensive distribuite sul territorio all'incrocio tra Lario, Valtellina e Valchiavenna, prime fra tutte l'imponente complesso di Fuentes e il sistema di mina di San Fedele di Verceia, il Forte costituisce un insieme culturale dal valore storico inestimabile che caratterizza l'identità del territorio.

Salvare dall'abbandono e dalla distruzione queste testimonianze, recuperarle e valorizzarle è la prima e più importante finalità del Parco Culturale Integrato "La Guerra Bianca: il suo territorio, le sue genti", promosso nel 2002 dal Museo della Guerra Bianca con il sostegno della Regione Lombardia; una finalità poi estesa agli altri progetti sviluppati nel corso degli anni dal Museo: Frontiera Nord, Fortezze in Lombardia e Difesa del Lario. E in alcuni casi il coinvolgimento diretto delle istituzioni che gestiscono il territorio, quali il Parco Nazionale dello Stelvio ed il Parco Naturale dell'Adamello, ha permesso la realizzazione di notevoli interventi di recupero dei percorsi e dei siti storici più significativi.

Tra 2003 e 2006 il personale tecnico-scientifico del Museo, nell'ambito del progetto del Parco Culturale Integrato della Guerra Bianca, ha svolto, per conto della Regione Lombardia, un ampio lavoro di georeferenziazione di siti di interesse storico-militare, diffusi sul territorio di alta e media quota, compreso tra il Passo dello Stelvio e il Lago di Garda.

Nel 2008, anche in relazione al crescente "fenomeno culturale della "Linea Cadorna" la Regione Lombardia, il Museo della Guerra Bianca in Adamello, in collaborazione con il Comune di Colico e hanno promosso un progetto teso al recupero di Forte Montecchio per la realizzazione di un polo museale d'eccellenza dedicato alla memoria della Grande Guerra in Lombardia.

Il diretto collegamento tra Forte Montecchio Nord, la nuova sede espositiva del Museo della Guerra Bianca e altre sedi museali staccate, inserite, dove possibile, presso altre grandi opere difensive dell'arco alpino lombardo, ha dato luogo ad un sistema museale integrato esteso a gran parte del territorio della Lombardia, lungo il sistema difensivo della Frontiera Nord del Lago Maggiore all'Alta Valtellina e lungo il fronte della Guerra Bianca, dal Passo dello Stelvio al Lago di Garda.

Il progetto “La Difesa del Lario” è teso alla creazione e alla valorizzazione di un percorso storico che colleghi i forti e le diverse opere difensive della Prima guerra mondiale presenti nelle provincie di Como, Lecco e Sondrio.

Le eccellenze individuate dal progetto “La difesa del Lario” godono di una localizzazione geografico-morfologica quanto mai singolare, cui sono legate in modo indissolubile.

Il Pian di Spagna è una delle zone umide più importanti del nord Italia.

Qui è stata istituita per assicurare, nello spirito della Convenzione Ramsar (IRAN 1971), l’ambiente idoneo alla sosta e alla nidificazione dell’avifauna migratoria, per salvaguardare l’ambiente adatto per l’avifauna stanziale, per controllare la fruizione dell’area a fini didattico-ricreativi e per disciplinare le attività socio-economiche dell’area nel rispetto delle esigenze di conservazione dell’ambiente.

L’area di Colico, del Pian di Spagna, del lago di Mezzola e del Legnone, grazie alle eccezionali caratteristiche ambientali, paesaggistiche e culturali, costituiscono un ampio sito dalla spiccata vocazione turistica; e in tal senso è fondamentale l’integrazione della proposta turistico-culturale con quella già disponibile presso l’area protetta del Pian di Spagna.

La posizione dell’area, posta alla confluenza tra Valtellina e Val Chiavenna, è vantaggiosa per il collegamento con la Svizzera e il Nord Europa; è dunque essenziale il coordinamento con le proposte turistiche e le realtà culturali dei cantoni svizzeri vicini.

Oggi, le azioni principali per un progetto di valorizzazione possono così sintetizzarsi:

- definizione e condivisione tra i partner di criteri comuni di intervento;
- identificazione, all’interno del percorso di turismo culturale integrato, di itinerari di visita che contestualizzino le eccellenze storico-militari nel corretto quadro ambientale e culturale, identificandole come elementi costituenti il paesaggio e l’identità del territorio;
- messa in sicurezza infrastrutturale dei siti storico-militari, per agevolare la fruizione allargata degli stessi;
- progettazione, redazione e installazione della cartellonistica esterna ai siti;
- identificazione e progettazione di punti sosta/ristoro attrezzati ad uso di turismo culturale “lento”;
- progettazione e realizzazione di nuovi apparati educativi e didattici ed altri strumenti dedicati alle scolaresche e all’utenza diversamente abile;
- creazione di un sistema di cartografia tematica utile sia quale strumento di pianificazione territoriale, sia quale riferimento per chi si muove sul territorio a scopo culturale e turistico.

Molte di queste opere difensive, studiate in origine ai fini tattici e strategici, rappresentano oggi importanti punti panoramici, grazie anche alla loro posizione che domina sul territorio e all’impatto generale che valorizza gli aspetti e le valenze paesaggistiche delle aree circostanti.

Referenze iconografiche

L'organizzazione difensiva al confine italo-svizzero durante la Prima guerra mondiale (da A. Rovighi 1987).

Figura 1. Area di Colico e dell'Alto Lario (da Google Earth, 28-5-2018).

Figura 2. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Piano d'insieme*. s.d. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 3. Opera di Montecchio Nord, Milano. Particolare dei cannoni puntati lungo la direttrice della Valtellina e delle cupole corazzate. In secondo piano il Monte Legnone. (foto dell'Autore, agosto 2016).

Figura 4. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Iconografia del terreno*. 1882. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 5. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Piano dell'opera* s.d. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 6. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Pianta del ricovero alla prova*. 1882. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 7. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Ricovero alla prova: particolari sfiatatoi e bocchette*. 1912. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 8. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Ricovero alla prova, prospetto del lato Est e sezione della cisterna d'acqua potabile*. 1913. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 9. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Ricovero alla prova, prospetto del lato Ovest e sezione fogna*. 1913. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 10. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Disegno di una feritoia*. 1912. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 11. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Una feritoia protetta dallo scudo di lamiera* (foto dell'A., maggio 2016).

Figura 12. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Dettaglio finestra*. 1913. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 13. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Particolari delle feritoie orizzontali e verticali*. 1912. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 14. Il lavatoio della truppa: una vasca in pietra, con una pompa a depressione e cisterna per l'acqua (Foto dell'A., maggio 2016).

Figura 15. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Batteria, pianta del piano terra*. 1913. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 16. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Batteria, pianta del piano superiore*. 1913. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 17. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Scala d'accesso ai pozzi*. 1913. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 18. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Scala d'accesso ai pozzi*. (Foto dell'A., maggio 2016).

Figura 19. *Dettaglio della cremagliera impiegata per il trasporto dei proiettili*. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 20. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Sezione trasversale alla II-III-IV-V riservetta*. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 21. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Da sopra verso sotto: sez. sull'asse delle torri, sez. sull'asse del corridoio, prospetto*. 1913. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 22. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Particolare del Mascherone* (foto dell'Autore, agosto 2016).

Figura 23. *Dettaglio del cornicione*. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 24. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Progetto del cancello d'ingresso al forte, pianta e prospetto*. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 25. *Dettaglio del passante in ghisa*. 1912.

Figura 26. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Particolare del pilastro all'ingresso e del coprifuoco della cinta*. 1912 (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 27. Interno di una delle 6 riservette (Foto dell'A., maggio 2016).

Figura 28. Foto dal corridoio di accesso ai locali della polveriera. In fondo si notano le feritoie per fucileria, in alto la lamiera di zinco per la raccolta dell'acqua di condensa (Foto dell'A., maggio 2016).

Figura 29. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Polveriera, Pianta e sezioni*. 1912. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 30. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Rilievo della polveriera in caverna, pianta e sezioni*. 1936. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 31. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Rilievo delle polveriere, rispettivamente da sinistra verso destra: polveriera per polvere nera, per la balistite e deposito per le piccole munizioni*. 1936. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 32. Forte Montecchio Nord. (Foto dell'A., maggio 2016)

Figura 33. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Sezione trasversale alla I torre*. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 34. Sistema di interfono per la comunicazione (Foto dell'A., maggio 2016).

Figura 35. Opera di Montecchio Nord, Milano. *Sala delle macchine. Gruppo elettrogeno, ventilatore, batterie accumulatori*. 1912. (da Dip. III infrastrutture Mi).

Figura 36. Quadro elettrico principale (Foto dell'A., maggio 2016).

6.2. Il Forte Verena

I primi lavori sull'Altopiano di Asiago.

La costruzione di fortificazioni nell'altopiano di Asiago inizia nel 1907 con l'apertura del cantiere di Punta Corbin coordinato dal tenente del genio Angelo Abbate Daga (Barge (Cuneo) 4/8/1870 - ?), della direzione del genio di Verona; l'ufficiale ha avuto un ruolo molto importante nella costruzione dei forti della zona, essendosi occupato anche dei lavori di forte Campolongo e Verena¹.

Sin dal 1909 i rapporti informativi dello spionaggio descrivono i lavori in corso sull'Altopiano e, a partire dal dicembre 1910, il Servizio Informazioni, attento nel seguire le fasi di costruzione, scrive:

«Sul monte Verena è completata una strada di accesso alla cima, mentre è in corso la costruzione di un Forte a prova di bomba. I lavori di impostazione dell'edificio sono completati nel febbraio 1911 e della costruzione del fossato di fronte in ottobre. Voci riferiscono che ci sono grossi problemi per far transitare pezzi pesanti come i 305. Dal mese di agosto sono installati pezzi da 149 mm come armamento provvisorio. Nel 1912, in maggio, viene riferito che i lavori in muratura non sono ancora iniziati, mentre sono pronti un deposito delle polveri ed una caverna rifugio. In dicembre i lavori sembrano fermi, mentre in febbraio 1913 riprendono ed ora si può definire che la direzione principale di tiro punta su Forte Verle. Le cupole installate sono del tipo a 2 parti e non a 3 come presupposto.

I lavori procedettero lentamente a causa dell'altitudine, dove freddo e neve (ed anche il terreno roccioso) non consentivano di lavorare più di 6 mesi all'anno²».

I lavori al Forte si intensificano nel corso del 1912 e le prime informazioni fornite dalle spie austriache risalgono al mese di maggio, periodo in cui ricominciano i lavori dopo la pausa invernale³. Durante il 1913 le informazioni raccolte dal servizio di spionaggio militare austriaco risultano pressoché scarse, ma, da quel poco che emerge, risulta evidente un ampio ritardo nell'avanzamento dei lavori nonché la decisione di dirigere il tiro Busa Verle.

Risale al 15 febbraio 1914 l'ultimo bollettino austriaco relativo ai lavori di costruzione del forte:

«[...] il forte non è ancora ultimato, si vedono molto bene i pozzi per le torri corazzate, il fianco sinistro dell'opera è un muro chiuso senza feritoie, da nord-ovest si vede che nel lato a nord del precipizio c'è

¹ 22 settembre 1914, Schio. *Studio di sistemazioni difensiva del tratto di frontiera fra Monte Gisella e la Lora* (Agno-Assa), *Relazione sulle condizioni odierne delle opere permanenti ed occasionali della zona fortificata Val d'Agno-Val d'Assa*. Firmata: Colonnello Comandante d'Artiglieria della zona fortificata Val d'Agno-Val d'Assa.

² R. Striffler, *Van For Maso bis Porta Manazzo, Von Fort Maso bis Porta Manazzo*, *Au und Kriegesgeschichte der Italianischen Forts und Batterien 1883 bis 1916*, Verlag Kienesberger, Numberg, 2004, p. 210.

³ Ibidem.

una profonda gola. La scarpata della batteria corazzata fino alla base del fossato è abbastanza solida, ma non è pensabile una battuta frontale nel fosso. Si può tuttavia contare su un impianto per la difesa ravvicinata nel fossato e per azione di fiancheggiamento [...]»⁴.

Dalla relazione sulle condizioni delle opere permanenti ed occasionali della zona fortificata Val d'Agno-Val d'Assa, settore Val d' Astio-Val d'Assa, si evince che forte Verena, rispetto a quello di forte di Punta Corbin – del sottostante Casa Ratti e di forte Campolongo – era quello che necessitava di più lavori: «I pozzi le riserve e le polveriere, malgrado ciò, sono di già sistemati; i primi sono armati con cannoni da 149 Schneider, e pronti a funzionare, le riserve e le polveriere sono già state utilizzate per il ricovero dei proiettili, delle polveri, dei fuochi lavorati. Perciò che riguarda il munizionamento questa opera si trova nelle identiche condizioni di Campolongo (Il munizionamento è completo, le granate sono però scariche mancando ancora le cariche di *trottyl*. Per poter disporre di granate, occorre che sia sollecitata la spedizione, tanto più che l'operazione di caricare questi proiettili non è semplice e richiede un certo tempo, un unico operaio, sembra, sia incaricato di questo lavoro nell'opera di monte Enna, di Campolongo e di Verena). L'impianto per l'illuminazione elettrica dei vari locali anche qui manca tuttora. Il fosso è in gran parte ricoperto di reticolato. L'opera, allorché sarà ultimata, potrà dare alloggio al riparo ad esso destinato compresi gli ufficiali. Le due batterie da 75 A, sussidiarie, non hanno postazione fissa»⁵.

⁴ Ibidem.

⁵ 22 settembre 1914, Schio. *Studio di sistemazioni difensiva del tratto di frontiera fra Monte Gisella e la Lora* (Agno-Assa), *Relazione sulle condizioni odierne delle opere permanenti ed occasionali della zona fortificata Val d'Agno-Val d'Assa*. Firmata: Colonnello Comandante d'Artiglieria della zona fortificata Val d'Agno-Val d'Assa. ISCAG, Archivio Storico Guerra italo-austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, f. 1.

La batteria Verena: aspetti tipologico-costruttivi.

La batteria corazzata “Verena” viene eretta tra 1912 e 1914, a quota 2019 slm, sull’omonima cima che domina la sottostante valle dell’Assa, la piana di Vezzena e la zona della valle Galmarara.



Figura 1.

Dotato di quattro cannoni da 149 mm in cupola corazzata Schneider disposti in linea retta, ad interasse di 10 metri, ed orientati verso Ovest-Nord/Ovest, con all’estremità destra un osservatorio corazzato con sottostante camera di comando, parzialmente scavato nella roccia, il forte – un banco di calcestruzzo di pianta rettangolare – si articola su due piani, con asse principale disposto in direzione Nord Est–Sud Ovest.

Sotto la copertura piana in calcestruzzo di notevole spessore (circa 2,5 metri) si trovano le riserve, i locali destinati a conservare le munizioni di pronto impiego. Tutti i locali (alloggi, furerie, depositi, ecc.) sono coperti con volta a botte così anche i due corridoi.

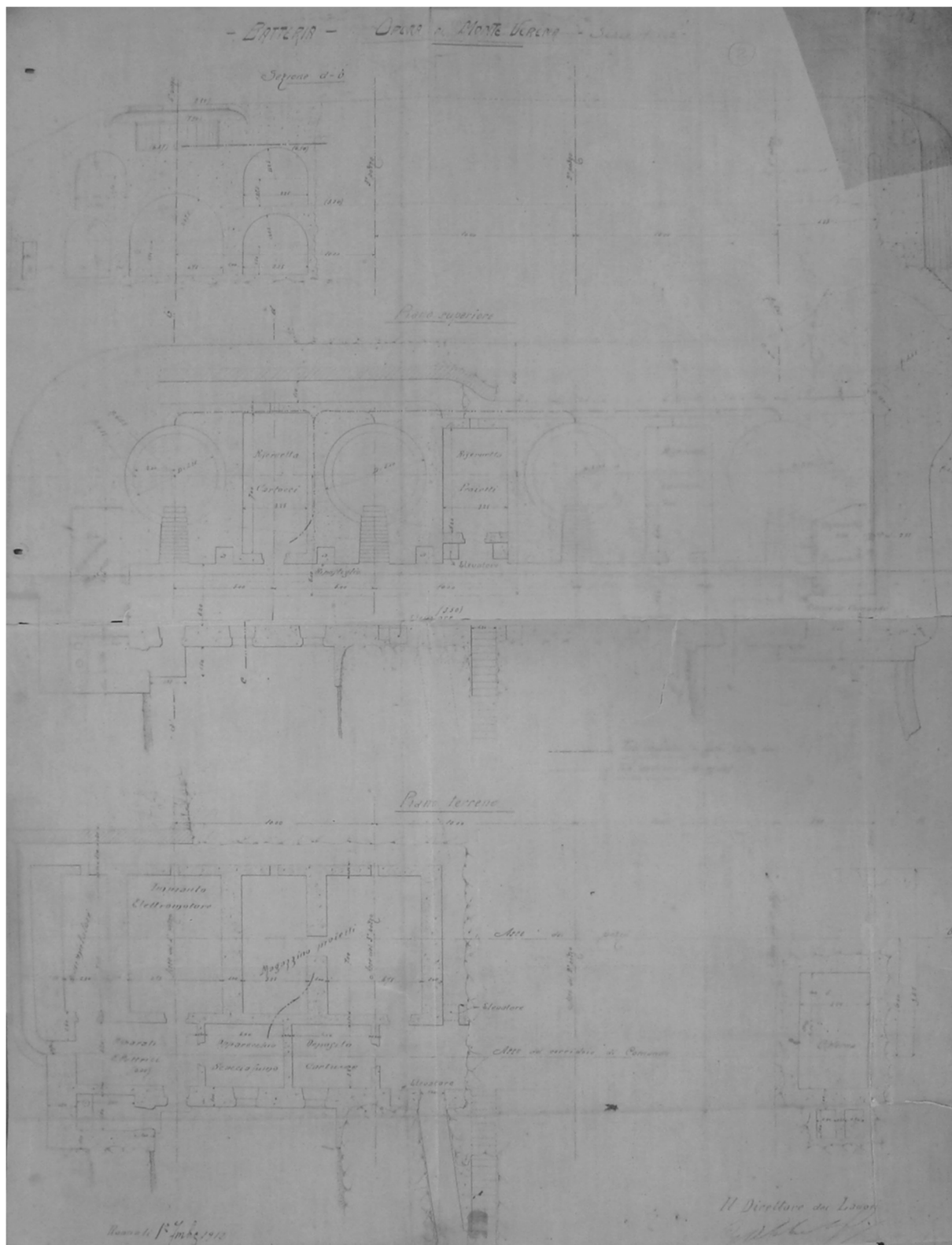


Figura 2.

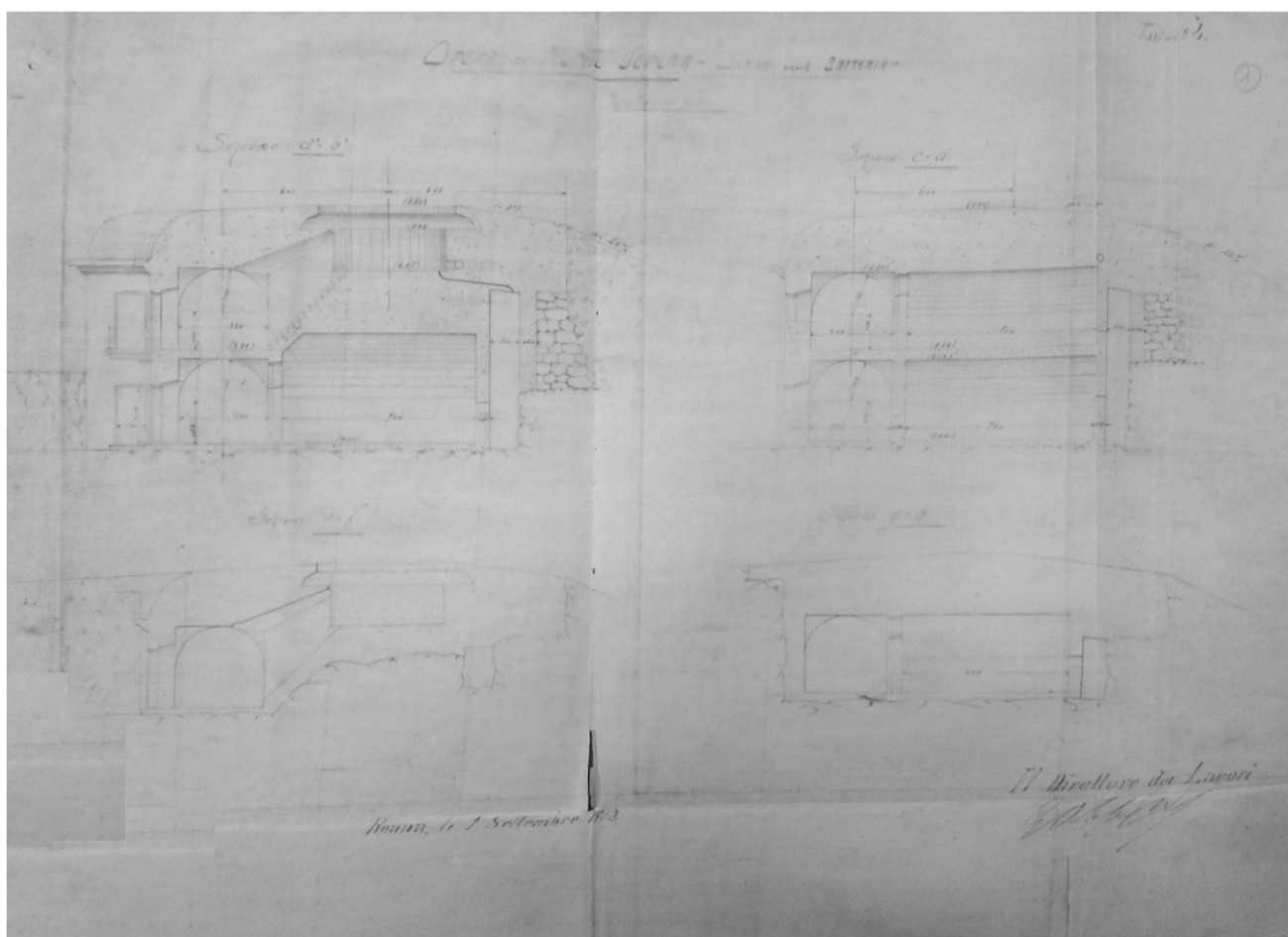


Figura 3.

Dal punto di vista dei tipi strutturali al Verena, come in tutti i forti in calcestruzzo semplice, si è preferito adottare il sistema a volte, in modo da sollecitare il materiale solo a compressione, come per le strutture in muratura; per quelle voltate si è scelto di impiegare il calcestruzzo con consistenza crescente dall'interno verso l'esterno, tentando di ottenere moduli di elasticità inferiori negli strati interni e sempre più alti verso l'esterno: risultato ottenuto variando i dosaggi di inerti e mantenendo costante la quantità di cemento.

L'accesso all'opera avveniva per il tramite di un cancello rinserrato tra pilastrini che denotano ancora oggi un segno di bellezza architettonica molto singolare in un'opera fortificata.

Appena entrati nel perimetro del forte, si incontra il cofano di gola, necessario per controllare i due lati del fossato scavato nella roccia che, dalla parte destra, scende a picco sulla sottostante valle dell'Assa.

Quel fatidico 12 giugno 1915. I lavori della commissione d'inchiesta sull'opera Verena

Il Forte, ultimato nel dicembre del 1914, ha aperto il fuoco contro le postazioni austro-ungariche del Luserna, di Spitz Verle e Busa Verle alle ore 3,55 del 24 maggio 1915.

L'11 giugno Forte Verena diventa bersaglio al tiro di una batteria da 305 mm, e il giorno successivo, un pesante colpo di granata da 305 mm – sparato dalle posizioni austriache della Cost'Alta – riesce a penetrare il muro di fondo del locale sottostante la cupola n. 3.

Una delle granate, penetrando tra la terza cupola e il muro anteriore dell'opera, è andata a scoppiare in corrispondenza del locale di deposito munizioni dove la truppa si era ritirata al sicuro dei colpi, «demolendo e proiettando sull'interno il muro contro un terrapieno di resistenza; insufficiente sia perché la struttura dello stesso era di pietrame, sia perché diviso da un'intercapedine, e facendo rovinare a un tempo anche il muro interno opposto, mentre rimanevano integri o quasi i muri o piedritti laterali e la rispettiva volta su cui posa la terza installazione⁶».

Il rapporto informativo stilato da parte austriaca così concludeva:

« [...] si può affermare che questo forte non era in grado di difendere adeguatamente la sua posizione così isolata. Il modo di realizzazione, sotto ogni aspetto, è stato poco curato e ponderato anche nei minimi dettagli. Apparentemente gli italiani non sono stati in grado di valutare gli effetti di granate di grosso calibro. Nella fase di costruzione è mancato il controllo, per cui i costruttori hanno avuto “mani libere”. Di seguito descriviamo gli effetti del bombardamento, avvenuto con proiettili di mortai da 305 e 420. Il numero di colpi sparati e di quelli andati a segno non è quantificabile, ma gli effetti sono comunque disastrosi. La prima cupola, quella di destra a Nord, colpita in pieno, fu perforata ed il cannone completamente distrutto. La cupola, a seguito dell'esplosione, si scisse nelle sue due parti componenti e la fenditura di sparo si aprì. La seconda cupola subì una perforazione nella parte anteriore e la corazzatura esterna fu divelta. Quella interna rimase intatta. La precorazzatura fu distrutta ed il cannone demolito. La terza cupola fu colpita di striscio e il proiettile cadde 50 m dietro rimanendo inesplosivo. Il colpo asportò parte delle corazza della cupola causando anche danni all'affusto del cannone. La quarta cupola infine, pur colpita, risultò essere ancora girevole ed il cannone in grado di sparare, come deve essere avvenuto nel corso dell'ultima offensiva. La volta del tetto del blocco Batteria presenta varie perforazioni. Le volte hanno denunciato una scarsa capacità di resistenza. Il calcestruzzo è di qualità scadente e manca totalmente il cemento armato. Il colpo che ha centrato in

⁶ AUSSME, fondo F4, Ordinamento e Mobilitazione (OM), R.74. Circolare riservata n. 6949. Il Ministro della Guerra *Alla Direzione affari generali, alla Direzione generale d'artiglieria e genio, alla Direzione generale dei servizi logistici e amministrativi, al Comando del Corpo di Stato Maggiore*, in data 7 luglio 1909; si veda anche: L. Malatesta, *Il dramma di forte Verena. 12 Giugno 1915*, Temi (TN) 2005, p. 136.

pieno il tetto piano della casamatta ha perforato non soltanto questo ma anche il muro interno di gola spesso circa 2 m, provocando una breccia di 4 mq. Anche il muro di controscarpa ed il parapetto della postazione di Fanteria è stato sbrecciato in più punti [...]»⁷.

Dalla relazione del comandante del genio dell'armata Mirandoli, recatosi in visita al Forte Verena al fine di verificare i danni causati dai continui bombardamenti austriaci si evince che « [...] I colpi che più degli altri danneggiarono il forte furono tre: il primo "A" che colpì l'avancorazza della cupola n. 3 causandone la rottura di uno spicchio e sgretolando il corrispondente tratto di parapetto; un secondo colpo "B", che penetrato nel parapetto, attraversò il muro di fondo del locale sottostante alla cupola n. 3 predetta e scoppiò nel locale stesso con conseguenze drammatiche per la guarnigione che lì si era ricoverata; un terzo "C" che colpì la volta del corridoio retrostante alle cupole producendo un imbuto lungo m. 3,80 e largo da 1,30 a 1,60 m».⁸

Il 5 luglio, la Commissione di inchiesta proposta dal Comando della I Armata, giunta al Forte con l'incarico di pronunciarsi sugli eventuali difetti delle strutture cementizie e sulle conseguenti responsabilità, dopo un primo confronto fra il progetto approvato (1912) e l'opera effettivamente costruita, ha modo di constatare che vi è una effettiva corrispondenza in quanto a composizione, struttura e dimensioni, evidenziando tuttavia come il calcestruzzo cementizio della massa frontale non presenti uno spessore uniforme di 4 metri, rispondendo a tale requisito solo per una profondità di m 2,50 circa dal piano del pendio stesso, «mentre nella parte sottostante è costituito con struttura mista di pietrame a secco e di pietrame con malta di cemento»⁹.

⁷ R. Striffler, *Von Fort Maso bis Porta Manazzo, Aus und Kriegesgeschichte der Italianischen Forts und Batterien 1883 bis 1916*, Verlag Kienesberger, Nurnberg 2004, pp. 210-211.

⁸ 29 giugno 1915, Verona. Comando della I Armata. Comando del Genio. All'Ispettorato generale del genio presso il Comando Supremo. n. 462 di protocollo. Oggetto: opera Verena. ISAG, Archivio Storico Guerra italo-austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 1. (App. 6.2.1).

⁹ 1915, luglio 12. Verona. Verbale della Commissione d'inchiesta nominata per l'esame del Forte Verena, dopo il sofferto bombardamento con mortaio da 305. Annessi: 1 disegno, 1 foglio della Direzione Lavori. Firmato: Cap. Lastrico, Col. Strazzeri, Mag. Gen. Angelozzi. ISAG, Archivio Storico Guerra italo-austriaca 1915-1918, Comando del V Corpo d'Armata, b. 505, fasc. 2 (App. 6.2.3); si veda anche L. Malatesta, *Il dramma di forte Verena. 12 Giugno 1915*, Temi (TN) 2005, p. 162.

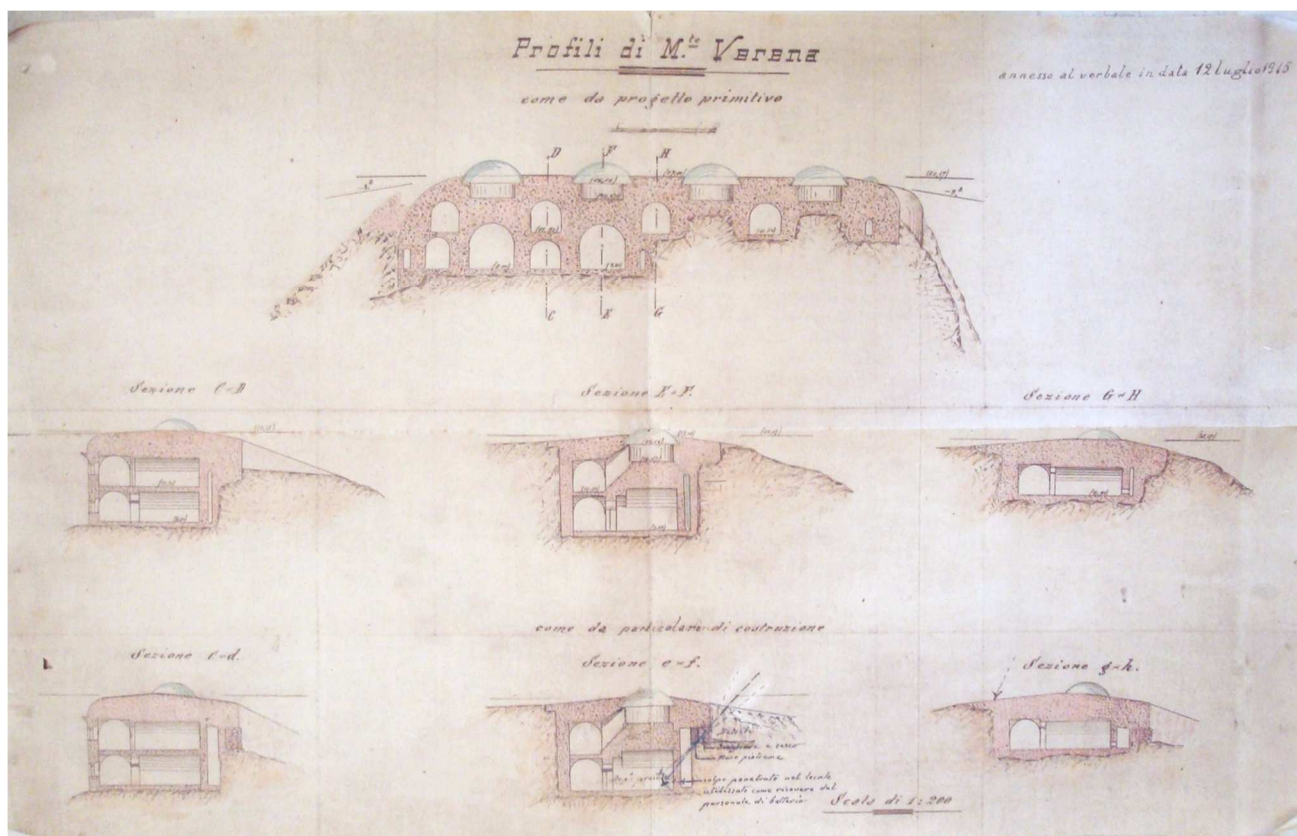


Figura 4.

Secondo il progetto la parte destra dell'opera, per una lunghezza di circa m. 30, è incassata nella roccia, e la massa frontale del calcestruzzo è in certo modo protetta dalla roccia antistante. L'altra parte invece, per una lunghezza di circa m. 17, emerge alquanto dalla superficie rocciosa per un'altezza che raggiunge un massimo di metri 5 circa all'estremità sinistra, ed è protetta da rinterro antistante; conseguentemente la massicciata frontale di calcestruzzo avrebbe avuto altezza variabile in dipendenza del livello ineguale del terreno, come appare dalle sezioni C.D, E.F., G.H., del disegno (Fig. 4).

Dagli studi dei particolari di costruzione rinvenuti nell'Ufficio del Genio di Asiago e presso la sede della Direzione del genio di Verona emergeva inoltre che verso il lato sinistro dell'opera il livello anzidetto era alquanto più basso di quello previsto nel progetto, creando la necessità di dare alla corrispondente parte di massicciata di calcestruzzo la maggiore altezza derivante da tale differenza di livelli. «La direzione dei lavori tuttavia non si era attenuta a questo criterio, e nella parte inferiore adottò, in luogo della struttura cementizia, una struttura mista ... in parte di pietrame a secco, limitando la massicciata di calcestruzzo solo alla parte superiore per l'altezza considerata nel progetto; il che

venne a costituire l'elemento di debolezza dell'opera nonostante la protezione del rinterro anteposto»¹⁰.

Inoltre, nella compilazione dei disegni della batteria Verena, si è tenuto conto della necessità, continuamente evidenziata dalla Direzione, di economizzare, per quanto possibile, nella spesa; ecco perché sulla sinistra della batteria, ove il livello della roccia è più basso che non sulla destra, ed ove sono stati ricavati locali sotterranei, la massa è stata limitata a circa due metri e mezzo sotto il pendio, ritenendo sufficiente, per la parte sottostante, la protezione data dal complesso del muro di pietrame in malta di cemento (m 0,60) con anteposto muro di pietrame a secco¹¹.

Il capitano, nel corso dell'interrogatorio, fa prontamente emergere che nei cottimi per la costruzione delle opere di Campolongo e Punta Corbin vengono indicate le condizioni che i cementi da impiegare devono soddisfare, cosa che invece non succede per i cottimi del Verena; la direzione dei lavori, quindi, sapendo che la direzione di Verona effettua delle prove di gabinetto per l'approvazione del cemento ritiene che i materiali rispondano alle norme stabilite dall'Ispettorato.

Come precisa Abbate Daga, i cottimi, prima di essere approvati, vengono trasmessi alla direzione e sono quindi sotto il controllo dell'ente di comando.

Alcune volte, all'arrivo dei cementi nei magazzini, dopo averne controllato le marche di riferimento, vengono inviati a Verona alcuni campioni per l'esame di gabinetto del materiale.

Negli impasti si utilizzano quattro quintali¹² di cemento per metro cubo e la qualità del cemento viene controllata più volte, in particolare da due operai che si sono poi occupati della costruzione del Verena: Francesco Pretto, talora sostituito da Antonio Costa e da un altro operaio di fiducia, dal personale dell'ufficio, assistente Sig. Vianello e il ragioniere, ed infine dal capitano Abbate Daga nelle sue frequenti visite ai lavori¹³.

La mancanza di personale è un problema comune a molti cantieri, basti pensare, come ha fatto notare il direttore dei lavori del Verena, che l'assistente Vianello si occupa non solo del controllo dei lavori

¹⁰ 1915, luglio 12. Verona. Verbale della Commissione d'inchiesta nominata per l'esame del Forte Verena, dopo il sofferto bombardamento con mortaio da 305. Annessi: 1 disegno, 1 foglio della Direzione Lavori. Firmato: Cap. Lastrico, Col. Strazzeri, Mag. Gen. Angelozzi. ISAG, Archivio Storico Guerra italo-austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 2 (App. 6.2.3); si veda anche L. Malatesta, *Il dramma di forte Verena. 12 Giugno 1915*, Temi (TN) 2005, pp. 162-163.

¹¹ 1915, luglio 10. Inchiesta sulla costruzione dell'opera di Verena. Risposte del Direttore dei Lavori Abbate Daga. ISAG, Archivio Storico Guerra italo-austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 2.

¹² Questo è un dato importante, si ritrova qui infatti ancora una volta il riferimento all'impiego di calcestruzzo *al quarto*, ossia composto da 1 volume di cemento (400 Kg di calcestruzzo per mc), 2 volumi di sabbia, 4 volumi di ghiaia). Cfr. A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913, p. 108.

¹³ *Risposte del direttore dei lavori ai quesiti fatti dal Sig. Maggiore Generale Angelozzi Comm. Camillo* (Foglio allegato al Verbale della Commissione d'inchiesta (Verona, 12 luglio 1915) nominata per l'esame del Forte Verena, dopo il sofferto bombardamento con mortaio da 305. Firmato: Cap. Lastrico, Col. Strazzeri, Mag. Gen. Angelozzi). ISAG, Archivio Storico Guerra italo-austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 2 (App. 6.2.3);

al forte Verena, ma anche ai forti di Campolongo e di Punta Corbin, curando nel contempo la manutenzione di tutta la piazza di Asiago.

Nella costruzione dei forti Campolongo e Punta Corbin ci sono stati dei cambiamenti in merito all'acquisto di cemento; tale cambiamento viene giustificato dal capitano Abbate Daga con il motivo della mancanza di personale di sorveglianza.

«La compattezza dei massicciati e l'operazione degli impasti vengono controllati e provati qualche volta dal direttore del genio di Verona e dallo stesso comandante. Un'annotazione a margine dell'interrogatorio segnala che, a seguito dell'esame presso l'ufficio del genio di Asiago della minuta del contratto, non si è trovata nessuna traccia della soppressione delle norme sulla qualità del cemento emanate dall'Ispettorato generale del genio del 1905, il che rappresenta già di per se un errore da parte della direzione di Verona¹⁴».

¹⁴ Ivi; si veda inoltre: L. Malatesta, *Il dramma di forte Verena 12 Giugno 1915*, Temi (TN) 2005, p. 165.

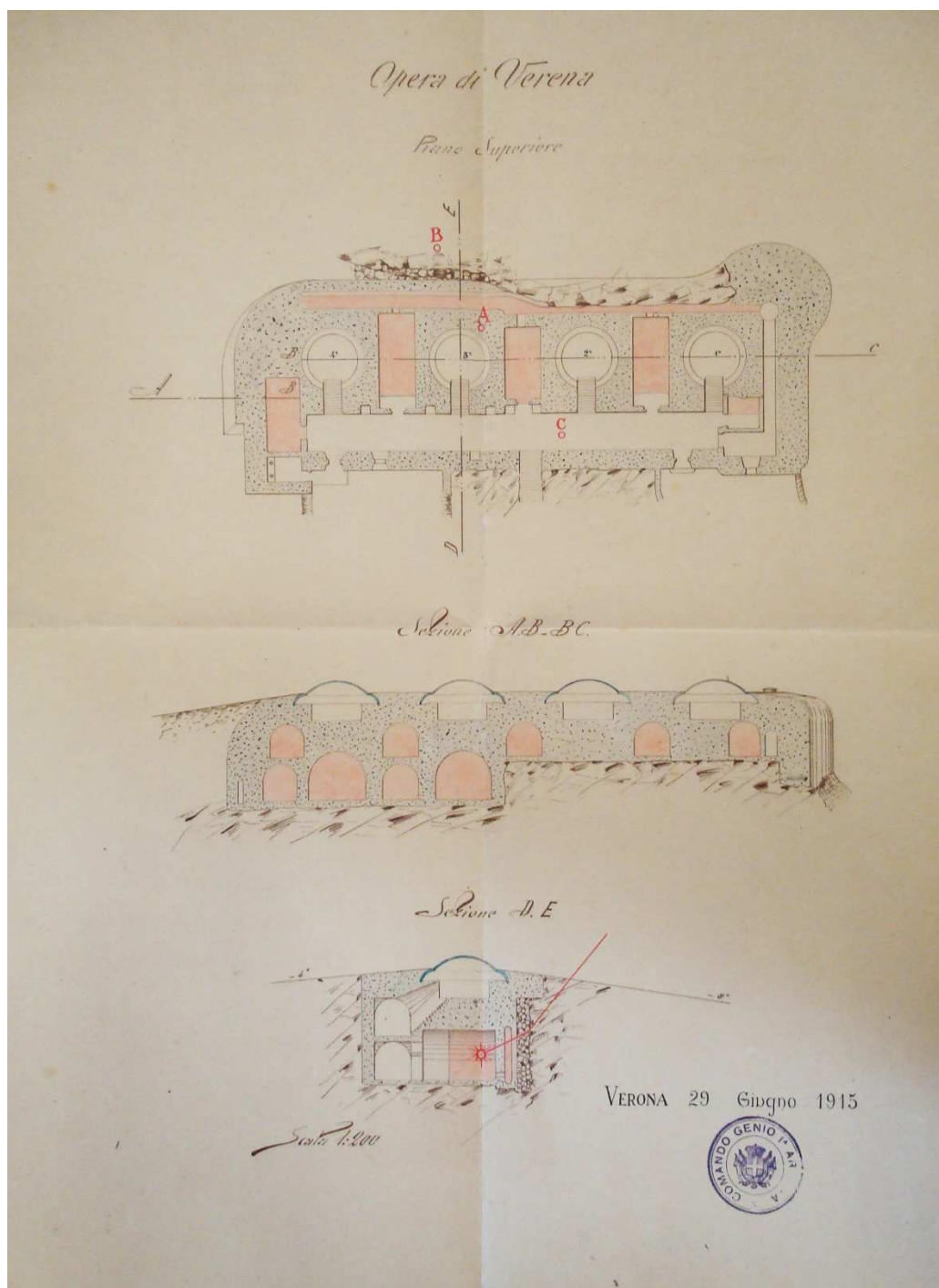


Figura 5.

La commissione focalizza in particolare lo studio sulla breccia aperta nella volta del corridoio di manovra, in quanto appare la più indicata a fornire informazioni sulla struttura cementizia dell'opera; viene evidenziato, nella formazione a strati sovrapposti dello spessore dai 25 ai 30 centimetri corrispondente alle condizioni contrattuali, un distacco degli strati dovuto a scarsa adesione.

Gli strati cementizi, inoltre, non appaiono di compattezza uniforme lungo tutta la loro estensione, ma presentano differenze nella distribuzione del pietrisco: più minuto nella parte superiore, più grossolano

in quella inferiore, con la conseguente formazione di una struttura piuttosto “cavernosa”, segno di una mancata attenzione nel rimestamento dell’impasto prima della battitura. Questo inconveniente è conseguenza diretta del metodo di costruzione per le massicciate: a causa dell’utilizzo di barelle o carriole, il pietrisco di maggiori dimensioni si concentra nella parte inferiore in virtù del suo peso, mentre quello minuto rimane nella parte superiore della massicciata¹⁵.

«Nella determinazione delle proporzioni dei diversi elementi occorrenti a comporre il conglomerato non furono rispettate le buone norme, le quali consigliavano di limitare le proporzioni del ghiaietto o pietrisco, minuto, che se usato in abbondanza, ha per effetto, di rendere magro il calcestruzzo. Ed in proposito le istruzioni diramate dal competente ispettorato del Genio sull’impiego dei calcestruzzi nel 1890 ammettono l’impiego di ghiaietto in quantità non superiore ad $\frac{1}{4}$ del volume del pietrisco»¹⁶.

Al riguardo, il direttore dei lavori, capitano Abbate Daga, dichiarerà di aver utilizzato un miscuglio di 4 volumi di pietrisco ordinario, 4 di ghiaietto o pietrisco minuti, 3 di sabbia, quindi con una evidente prevalenza del pietrisco rispetto alla sabbia. È quindi evidente alla Commissione d’Inchiesta che, nella formazione della facciata, non siano stati utilizzati tutti gli accorgimenti utili ad ottenere una maggiore aderenza tra gli strati ed una uniforme compattezza del conglomerato¹⁸.

Per quanto riguarda l’accusa di frode nell’impiego del cemento, la Commissione non si esprime, dato che un giudizio in merito risulta possibile solo dopo delle analisi specifiche.

«I documenti amministrativi esaminati nella sede del comando, fra i quali il contratto principale del 20 maggio 1912 che ammonta a £ 500.000¹⁷», non contemplano le specifiche inerenti alle caratteristiche e alla provenienza del cemento ed anche la composizione del calcestruzzo da impiegare, ma richiama solo le condizioni del capitolato tipo, non sufficienti a garantire la qualità e la provenienza del cemento all’amministrazione.

Il capitolato non determina le caratteristiche e le condizioni di resistenza che i cementi devono soddisfare, ma si limita a designare come cementi di 1°-2°-3° qualità quelli corrispondenti alle tre migliori qualità di cemento delle principali ditte di Casale Monferrato e della Società di Bergamo.

¹⁵ Per risolvere tali problemi tecnici, nella costruzione delle fortificazioni in particolar modo, si sarebbe dovuto adoperare al posto del pietrisco minuto, come generalmente accade in montagna un equivalente in ghiaietto di torrente che a ragione delle sue forme tondeggianti riempie facilmente i vuoti, e sabbia di torrente al posto di quella di macinazione, così da ottenere un conglomerato compatto. Tutto ciò pur nella consapevolezza che il ricorso a tali materiale avrebbe fatto lievitare le spese in particolar modo in quelle fortificazioni poste in posizione molto elevate e lontane, come nel caso del Verena. 1915, luglio 12. Verbale della Commissione d’inchiesta nominata per l’esame del Forte Verena, dopo il sofferto bombardamento con mortai da 305. Firmato: cap. Lastrico, col. Strazzeri, mag. gen. Angelozzi. (App. 6.2.3)

¹⁶ Ivi.

¹⁷ Ivi; si veda inoltre: L. Malatesta, *Il dramma di forte Verena 12 Giugno 1915*, Temi (TN) 2005, p. 165.

Il generale Angelozzi in merito a questo argomento sostiene che, nel corso di alcuni lavori di fortificazione, la società di Bergamo, non rispettando le condizioni di resistenza dettate dalle norme del 1905, lascia intendere che la qualità di questi cementi non è adatta alla costruzione del forte.

Dall'analisi dei contratti stipulati dal Ministero dei lavori pubblici con l'impresario per la costruzione del forte, emerge l'assenza di indicazioni sul cemento da impiegare nella costruzione.

Questo dato è stato suffragato da alcune prove eseguite fra giugno e luglio 1912 per i lavori al Verena e Campolongo che si sono concluse con risultati insoddisfacenti; tuttavia, dalla documentazione in mano alla Commissione non emergono provvedimenti presi in conseguenza di questi risultati.

Secondo la relazione della Commissione, vi è stata da parte del comandante e del Direttore del Genio di Verona poca attenzione in merito alla sicurezza dei lavori di costruzione, delineando perciò una scarsa attività di controllo; infatti il comandante del genio, generale Botteoni, durante la costruzione dell'opera, effettua una sola visita di controllo nel 1912. Mentre, il direttore Colonnello Antonio Polleschi, visita il cantiere una sola volta a maggio e, poi, a giugno 1912.

Dalle constatazioni e considerazioni fatte dal capitano Abbate Daga nell'interrogatorio all'ufficiale, di cui si è già detto, la Commissione d'inchiesta formula le proprie conclusioni, affermando che la debolezza della struttura di muratura ordinaria, muro a secco e calcestruzzo che forma la parte inferiore della massicciata frontale è dovuta ad un'eccessiva tendenza al risparmio del direttore dei lavori ed all'incuranza del titolare della direzione del genio, che dopo aver visionato il progetto non ha preso provvedimenti; le norme dell'Ispettorato delle costruzioni del genio del 1905 riguardo le condizioni particolari del capitolato d'appalto sui requisiti dei cementi non sono chiare nei contratti, le notazioni sulle condizioni generiche del capitolato tipo non sono sufficienti e chi di competenza non si è adoperato per testare la qualità dei cementi del Verena; le norme dell'Ispettorato del 1890 non sono rispettate nelle proporzioni degli elementi del conglomerato, si può dunque affermare che la quantità di pietrisco e ghiaietta, nonché la mancanza di sabbia, abbiano reso la struttura in calcestruzzo debole; si è rilevata anche pochissima attenzione nell'utilizzare gli accorgimenti e le precauzioni atte ad ottenere la maggiore adesione fra i diversi strati di getto e dunque una incuranza per l'adesione tra gli strati e la compattezza del conglomerato nella formazione della massicciata.

La Commissione d'Inchiesta chiude la sua relazione affermando che, così come gli altri forti italiani, anche il forte Verena « [...] venne costruito prima dell'adozione delle nuove bocche da fuoco di grosso calibro e la loro resistenza fu proporzionata alle migliori bocche da fuoco di medio calibro allora in uso: ed alla prova dei fatti se essa ha dovuto cedere di fronte all'azione del 305 austriaco che fin dalla sua creazione destò grandi preoccupazioni facendo ritenere compromessa seriamente la resistenza

delle migliori opere di difesa, ha resistito validamente invece e senza danni apprezzabili ai tiri ripetuti del 152 che, nella categoria del medio calibro, è fra le migliori bocche da fuoco»¹⁸.



Figura 6.

¹⁸ 1915, luglio 15. Verona. Verbale della Commissione d'inchiesta nominata per l'esame del Forte Verena, dopo il sofferto bombardamento con mortaio da 305. Annessi: 1 disegno, 1 foglio della Direzione Lavori. Firmato: Cap. Lastrico, Col. Strazzeri, Mag. Gen. Angelozzi. ISCAG, Archivio Storico Guerra italo-austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 2 (App. 6.2.3).



Figura 7.

Ma è altresì vero che le esperienze registrate sulla «Rivista di Artiglieria e Genio», nel dicembre 1914, con riferimento ai forti belgi e, in particolare modo, ai successi conseguiti dai tedeschi sulle piazze di Namur e di Liegi, hanno lasciato ben presagire la fine dei forti italiani esposti al mortaio da 420.

Si rileva, infatti, come le masse murarie dei forti assoggettati al tiro di pezzi di grosso calibro risultino non rispondenti al loro scopo, e per vastità di bersaglio e per deficienza nello spessore della copertura. La soluzione adottata, cioè di riunire in grandi opere tutti gli elementi della difesa, si è manifestata incompatibile con le mutate esigenze, come incompatibili si sono palesati i grandi getti cementizi, impiegati per proteggere i locali; «getti che richiederebbero di essere notevolmente accresciuti (oltre i 4 metri). Le avancorazze di rinforzo delle bocche dei pezzi, per la loro limitata altezza, non impedirono nei forti belgi la rovina delle costruzioni che dovevano difendere»¹⁹.

¹⁹ E. Marrullier, *Il mortaio di grosso calibro e la fortificazione dell'avvenire*, «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1914, p. 422.

Lo stesso Emilio Marrullier mette in evidenza come le nuove corazzature avrebbero dovuto comporsi di tre parti: «uno superiore, avancorazza, uno centrale sottoavancorazza, uno inferiore, rivestimento di base. Le due prime di acciaio colato, l'ultima formata di lamiera sovrapposte di acciaio omogeneo di due pollici. [...] La forma esterna avrebbe dovuto foggarsi al fine di offrire il minimo bersaglio orizzontale e per la massima parte una superficie verticale, così il profilo avrebbe dovuto avere uno spessore della corazza di 30 cm là dove i colpi avrebbero potuto raggiungere l'estradosso del rivestimento in direzione quasi normale, e di 10 cm per la restante parte soggetta ai soli effetti dello scoppio. [...] Il rivestimento di lamiera, spinto fino alla profondità di 4 metri, protegge la base lapidea di fondazione [...]».²⁰

Considerazioni e conclusioni

Da una prima analisi di tipo visivo è evidente che nella massicciata di copertura, spessa m. 2,50, la parte esterna dove è avvenuto l'impatto, l'impasto risulta compatto, mentre verso l'interno si presenta cavernoso. L'evidente sovrapposizione degli strati di calcestruzzo, ciascuno dello spessore di circa 20-30 cm, è chiaro indice della poca adesione degli stessi.

Facendo riferimento alle tavole numeriche di balistica esterna del Parodi e assumendo per il calcolo della penetrazione la formula $X = C\gamma A$, nella quale il primo fattore rappresenta il coefficiente balistico $C = p/1000 a^2$; (p è il peso del proiettile in Kg, a il suo diametro espresso in m), γ è un coefficiente dipendente dal mezzo, in questo caso per il calcestruzzo è pari a 0.884, il terzo una funzione della velocità residua V in metri, espressa da $A = \text{Log} [1 + 1/2 (V/100)^2]$.

L'obice da 305 mm, lancia un proiettile avente il peso di 420 kg (390 kg peso proprio e 30 kg di carica interna) con un angolo d'incidenza di 60°.

$$X = C \gamma A = 420/1000 \times 0,3052 \times 0,884 \times \text{Log} [1 + 1/2 (300/100)^2] = 2,60 \text{ m circa}$$

Alla luce di queste osservazioni, risulta che lo strato di calcestruzzo, se confezionato correttamente, con buona probabilità sarebbe stato in grado di resistere sotto l'urto dei proiettili da 305 mm.

Ma, da quanto dapprima detto, risulta che la qualità del cemento provvisto per il Verena, che dunque è risultato di scarsa qualità, o quanto meno, proveniente da fabbriche con dubbia reputazione²¹.

²⁰ Ivi, pp. 443-444.

²¹ «La Direzione, con foglio del 28 Giugno n. 15 R.P. notificava di avere prelevato i necessari campioni dai depositi dell'Impresa e di avere iniziato gli esperimenti prescritti, riservandosi di riferire non appena gli esperimenti fossero ultimati: ma a tal punto si arresta il carteggio, senza altro seguito. Si rinviene però, presso la Direzione un registro di prova, di cui ne appaiono 5 eseguite fra il Giugno e Luglio 1912, per lavori al Verena e Campolongo, con risultati non costantemente buoni, ma non risulta quali provvedimenti siano presi in conseguenza a garanzia del lavoro».

La copertura di forte Verena nel punto d'impatto ha uno spessore di 2,50 m, il calcestruzzo impiegato risulta composto da «1 volume di cemento tipo Portland (circa 325 Kg/mc, 1 ½ volume di sabbia grossa, 4 volumi di ghiaia silicea, mentre per le parti che non sono direttamente esposte ai tiri di sfondo (come fondazioni, piedritti, etc.) era stato impiegato del calcestruzzo meno ricco di cemento (circa 200 kg/mc)»²².

Considerato che il calcestruzzo acquista solidità e durezza per effetto di reazioni chimiche, e che l'acqua adoperata nell'impasto è il mezzo che determina tale reazione, è evidente che la qualità, nonché la temperatura, dell'acqua hanno esercitato una influenza fondamentale sulla riuscita più o meno favorevole del lavoro, e di certo non possiamo soprassedere sul fatto che i lavori di costruzione del Verena siano andati avanti con lentezza, dal 1912 al 1914, sia per le difficoltà di trasporto dei materiali da costruzione e dell'acqua, sia per le condizioni meteorologiche spesso avverse (ampie escursioni termiche, piogge e nevischio) che, plausibilmente, hanno condizionato la resistenza del calcestruzzo e l'adesione delle riprese.

Dopo la tragedia del forte Verena l'Alto Comando italiano si convince frettolosamente che le fortezze corazzate non avessero alcun futuro di fronte alla potenza delle moderne artiglierie decidendo di conseguenza per il disarmo di tutte le opere della frontiera nord-orientale e per la sistemazione delle bocche da fuoco in installazioni allo scoperto.

Nel sistema di fortificazione permanente italiano ritroviamo un variegato repertorio dei diversi fatti concomitanti – politica, economia, industrializzazione – che hanno segnato la vicenda italiana all'indomani dell'Unità.

Nei forti, dietro le cupole d'acciaio e le masse di calcestruzzo colato, che gradualmente sul finire dell'Ottocento si sostituiscono all'apparecchiatura in muratura, lo storico vi legge le ambiguità della politica estera, l'inadeguatezza della politica militare e la crescita dell'industria metalmeccanica.

La batteria corazzata Verena²³ al momento della costruzione non risulta al passo con i tempi, visto che già agli inizi del XX secolo, in Italia ma anche a nel resto dell'Europa, è già iniziata la corsa agli armamenti. I forti, così come quello in esame, evocano alla prassi costruttiva propria dei loro anni, alle diverse logiche di progettazione figlie dell'evoluzione dell'ingegneria, dei nuovi materiali da costruzione, dei più recenti ritrovati della tecnica e delle tecnologie esacerbate dall'arte del guerreggiare; in essi si assiste ad un continuo rincorrersi di Artiglieria e Genio, in cui la prima ha sempre guadagnato una posizione di vantaggio rispetto alla seconda.

²² E. Rocchi, *La fortificazione attuale. Esame di alcuni particolari di un ordinamento difensivi*, «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1892, p. 397.

²³ Riguardo a quest'ultimo, i lavori per la costruzione iniziarono dopo che la Direzione del Genio di Verona, retta dal generale Pietro Botteoni, approvò le modifiche al progetto originale del 1912.

Referenze iconografiche

Figura 1. Foto del Forte Verena e della Val d'Assa (Foto dell'A., agosto 2016).

Figura 2. Progetto del Forte Verena (da ISCAG 1912).

Figura 3. Progetto esecutivo del Forte Verena. Sezioni (da ISCAG 1912).

Figura 4. Rilievo del forte Verena dopo il bombardamento del 12 giugno 1915 (da ISCAG 1915).

Figura 5. Opera di Verena. Piano superiore e sezioni AB-BC; DE (da ISCAG 1915).

Figura 6. Forte Verena (Foto dell'A., agosto 2016).

Figura 7. Forte Verena-Cofano di gola (Foto dell'A., agosto 2016).

I forti italiani: valori da tramandare.

Prospettive per un programma di restauro e valorizzazione

Nella ricomprensione del primo ventennio del secolo scorso si è assistito ad un accrescimento della sensibilità e delle motivazioni con cui sono stati affrontati i temi della tutela, conservazione e valorizzazione del patrimonio storico-culturale del primo conflitto mondiale.

Opere permanenti, fortificazioni verticali e ipogee, ricoveri, edifici, ospedali, il tutto affiancato da chilometri di trincee, camminamenti, linee telefoniche, ridotte, piazzole per artiglierie campali, villaggi militari e baraccamenti per il ricovero delle truppe, strade di accesso, teleferiche per il rifornimento degli avamposti in alta quota, unitamente alle necessarie infrastrutture di supporto, edificate con uno spiegamento di mezzi senza precedenti che hanno inciso pesantemente il paesaggio del territorio.

Si tratta di riconoscerne e interpretarne il processo storico. È un adempimento complesso, perché coinvolge il rapporto di competenze plurime e sostiene il contributo di azioni sinergiche destinate a produrre nuove sintesi da formulare attraverso il rispetto e la comprensione di un passato che è nel presente, per poterlo poi proiettare verso il futuro. Emerge, quindi, il concetto di paesaggio inteso come prodotto storico:

«Prodotto storico che è la considerazione più estesa del divenire, proprio della nostra cultura, che porta a considerare l'ambiente dell'uomo nella sua totalità, e quindi la convinzione che il paesaggio è e rimane forma, dove l'accezione comprensiva della natura e storia si integrano variamente nel complesso di tutte le fattezze sensibili di un luogo»¹.

Nella consapevolezza che paesaggio, memoria collettiva e identità culturale sono oggi le diverse facce di un nucleo semantico denso e difficile da maneggiare, la cui struttura semiotica è generata dall'incontro tra la materia del luogo e la memoria degli individui e delle comunità, si impone un'azione sistematica di riappropriazione della memoria storica. Questo deve avvenire attraverso il riconoscimento, il restauro e la valorizzazione delle testimonianze, non solo architettoniche, connesse con l'evento della Grande Guerra (come "i Forti", le infrastrutture di collegamento e di servizio militare, ferrovie, strade, mulattiere, sentieri sterrati, teleferiche, ecc.), ma anche di quelle vestigia, di quelle tracce di storia militare, sociale e tecnica – fortificazioni campali, trincee, gallerie, camminamenti, strade e sentieri militari, lapidi, cippi, ecc. – che, solitamente mimetizzate dall'opera "risanatrice" della natura, spesso sfuggono allo sguardo.

¹ Paesaggio storico, *ad vocem*. Zingaretti.

«“Recuperare”, o “ri-cuperare”, significa “tornare a vedere”, ossia vedere “nuovamente”. Questo termine è analogo, anche per la stessa radice etimologica, alla parola “ri-cordare”, che significa riportare al centro del cuore, individuato come sede della memoria, della conoscenza²».

Giacché ricordare vuol dire far vivere il “tempo” alla luce e alla temperatura del presente, il ricordo è da intendersi, nel progetto, come una conoscenza che deriva dalle figure del luogo che gli sono proprie e lo caratterizzano, dall’infrastruttura fisica a quella immateriale³, così come salvaguardare e tutelare non vuol dire ingessare, ma valorizzare i patrimoni affinché sia possibile aumentare il numero di fruitori senza necessariamente fissare i patrimoni⁴. Valorizzare un patrimonio significa, cioè, anche aumentare il numero delle opportunità di fruizione tra “osservatore” e “sistema osservato”, sapendo che gli osservatori cambiano, nel tempo e nello spazio: sono diversi⁵. E ciò perché la “memoria”, dal punto di vista cognitivo, funziona secondo i principi del presente ricordato⁶, ossia, la memoria non è una sorta di archivio, fatto di piccoli cassettini dai quali noi traiamo, aprendoli quando ne abbiamo bisogno, i documenti che in quel momento ci servono, quando apriamo troviamo un’altra cosa, perché è cambiato lo sguardo di chi osserva: ogni generazione ricostruisce la propria storia, la propria memoria, alla luce e alla temperatura del suo presente.

«Dunque, quando si pensa a forme di valorizzazione turistica della memoria, delle tracce, noi dobbiamo rispondere all’esigenza di rispettare il rapporto di coerenza tra contesto e tracce della memoria»; indubbiamente ci troviamo ad affrontare un tema assai oneroso, poiché la valorizzazione delle tracce della memoria richiede che si rispettino i boschi, che si faccia attenzione con gli impianti di risalita, che si stia un po’ attenti a come si usano le cose, che attengano alle tracce della memoria, componendo dunque un mosaico gradevole, appetibile, piacevole, capace cioè di «presente ricordato»⁷.

Se applichiamo il nostro ragionamento, al sistema territoriale, la consapevolezza «che tali vestigia devono essere viste come un mosaico; metafora di un sistema costituito da frammenti caratterizzato da un rapporto di coerenza reciproca»⁸, allora la tutela e la valorizzazione si dovrebbero esercitare

² A. Andreoli, T. Bertè, *Lo sguardo dello Zugna. Recupero e valorizzazione dei siti storici della Prima guerra mondiale, Rileggere e raccontare la grande guerra*, in *Monumenti. Conoscenza, restauro, Valorizzazione* (2009-2013), a cura della Provincia autonoma di Trento, Soprintendenza per i Beni culturali, Ufficio Tutela e conservazione dei Beni architettonici, Trento 2013, p. 517.

³ È un concetto che è stato enunciato già negli anni Settanta del secolo scorso da Rosario Assunto, ripreso dopo di lui da numerosissimi altri studiosi.

⁴ U. Morelli, *Il presente ricordato. Immagini e tracce della storia nella mentalità contemporanea*, in *La memoria nella pietra 1915-1918*, Atti del Convegno, *La memoria nella pietra. Censimento recupero e conservazione delle opere militari 1915-1918 tra storia, didattica e memoria*, E. Trevisani, F. Larcher (a cura di), Ferrara 1998, pp. 59-67.

⁵ Ibidem.

⁶ Ibidem, p. 63

⁷ Ibidem, p. 66.

⁸ A. Quendolo, *Le fortificazioni di fine XIX-inizio XX secolo. “Questioni di restauro” per un patrimonio ad alta complessità*, in *Il recupero dei forti austro-ungarici trentini*, M. Dallemule, S. Flaim (a cura di), Trento 2014, p. 100.

non solo sul singolo bene isolato ma anche sul contesto all'interno del quale le tracce della memoria sono depositate. «Se queste tracce devono essere l'occasione per costruire una “mentalità” della pace, e se la mentalità è *un fenomeno che emerge dal mosaico dei fattori che compongono la realtà*, tale fenomeno richiede che si rispetti un rapporto di coerenza, allora tale rispetto implica anche parlare di paesaggio, di cura e di rispetto dell'ambiente in senso lato»⁹.

⁹ Ivi.

Esiti della ricerca

La frammentarietà del materiale archivistico indagato e i pochi studi, a livello bibliografico, sul sistema di fortificazione permanente italiano, non hanno permesso di approfondire l'aspetto costruttivo-tecnologico dei singoli forti italiani, obbligando, tra l'altro, a lavorare contemporaneamente su più livelli di indagine: dai progressi registrati nell'Artiglieria all'impiego dei nuovi materiali (calcestruzzo, acciaio e cemento armato); dagli studi volti a disciplinare le disposizioni e gli ordinamenti difensivi ai progetti di fortificazione al rapporto tra forti e sito.

È da notare, infatti, come nella *Rivista di Artiglieria e Genio*, ad una moltitudine di saggi a carattere generale sul sistema di fortificazione permanente, sulla sua evoluzione e sviluppo – eccezione fatta dal saggio di Cirincione, pubblicato nel 1923 – non ci sia alcuna menzione di studi fatti da ingegneri militari italiani sul sistema di fortificazione permanente; non si ha alcuna descrizione dei forti tipo Rocchi, nessun rimando al forte Verena, Montecchio, o altro, neppure nei diversi saggi sulle operazioni in guerra nei diversi anni del conflitto. Di contro, molteplici sono i saggi inerenti agli studi sulle fortificazioni compiute da ingegneri militari stranieri tradotti in italiano; anche Rocchi, nel saggio *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*¹⁰, altro non fa che riferire esperimenti compiuti in quegli anni nei diversi Stati, di cui tenere conto, limitandosi in chiusura ad alcune considerazioni di carattere generale. Ci si chiede: perché? Forse per rispondere ad esigenze di segretezza? Anche a guerra finita?

La stessa situazione permane nei diversi manuali e/o libri pubblicati in quegli anni: che sia Enrico Rocchi, Angelo Guidetti, o altro, in nessun testo vengono citati i progetti dei forti italiani, confermando così quel dettame per cui, a partire da “tipi” prestabiliti, il progetto dei forti deve piegarsi all'orografia del sito, giacché «la montagna si presenta come l'ambiente più atto a suggerire provvedimenti pratici, derivanti dall'esame puro e semplice delle necessità del caso ed imposti dalle condizioni locali, come transazioni tra il desiderabile e il realizzabile, tra le esigenze di ordine tecnico e quelle di ordine economico [...]. Lo studio della fortificazione in montagna gioverà a promuovere lo sviluppo di una scuola, che potrebbe chiamarsi opportunista, la quale, dalle multiformi creazioni dell'industria e dai diversi concetti difensivi che si contengono il primato, tragga disposizioni e forme fortificatorie atte a soddisfare ai più urgenti bisogni»¹¹.

¹⁰ E. Rocchi, *Le forme e i materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, pp. 39-78.

¹¹ E. Rocchi, *La fortificazione in montagna*, Roma 1898

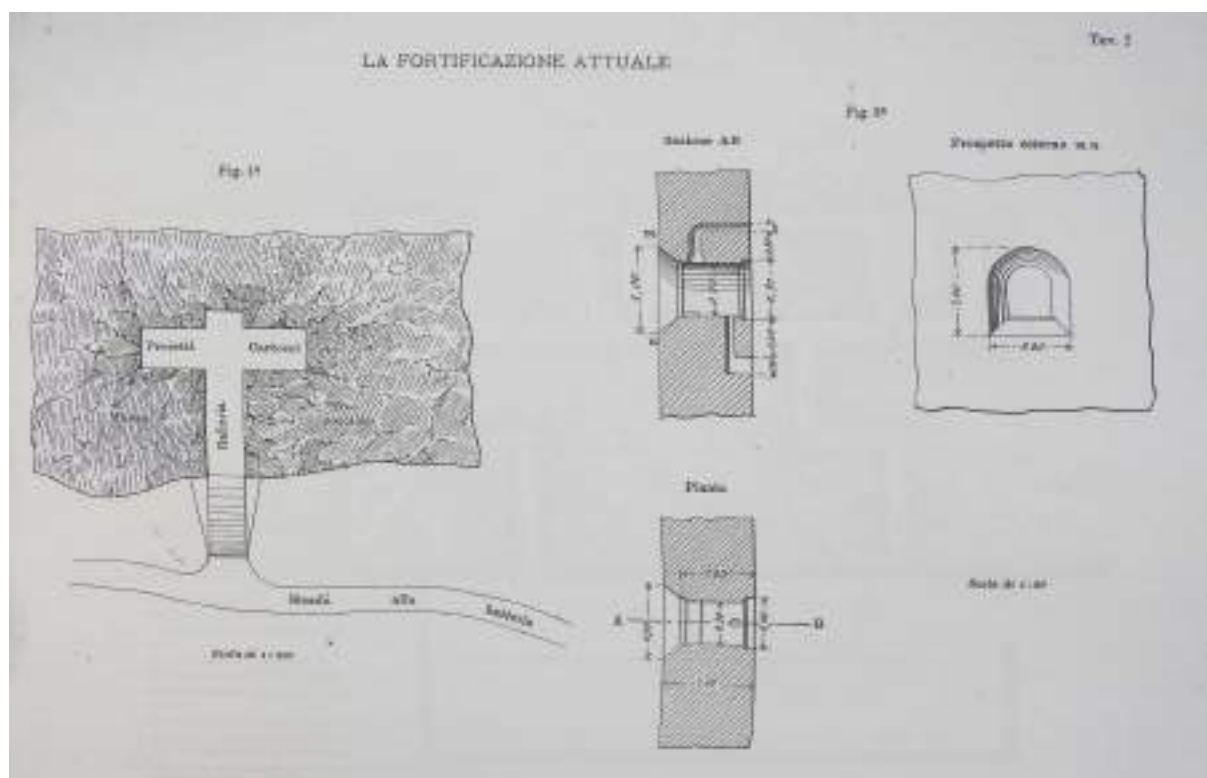


Figura 1.

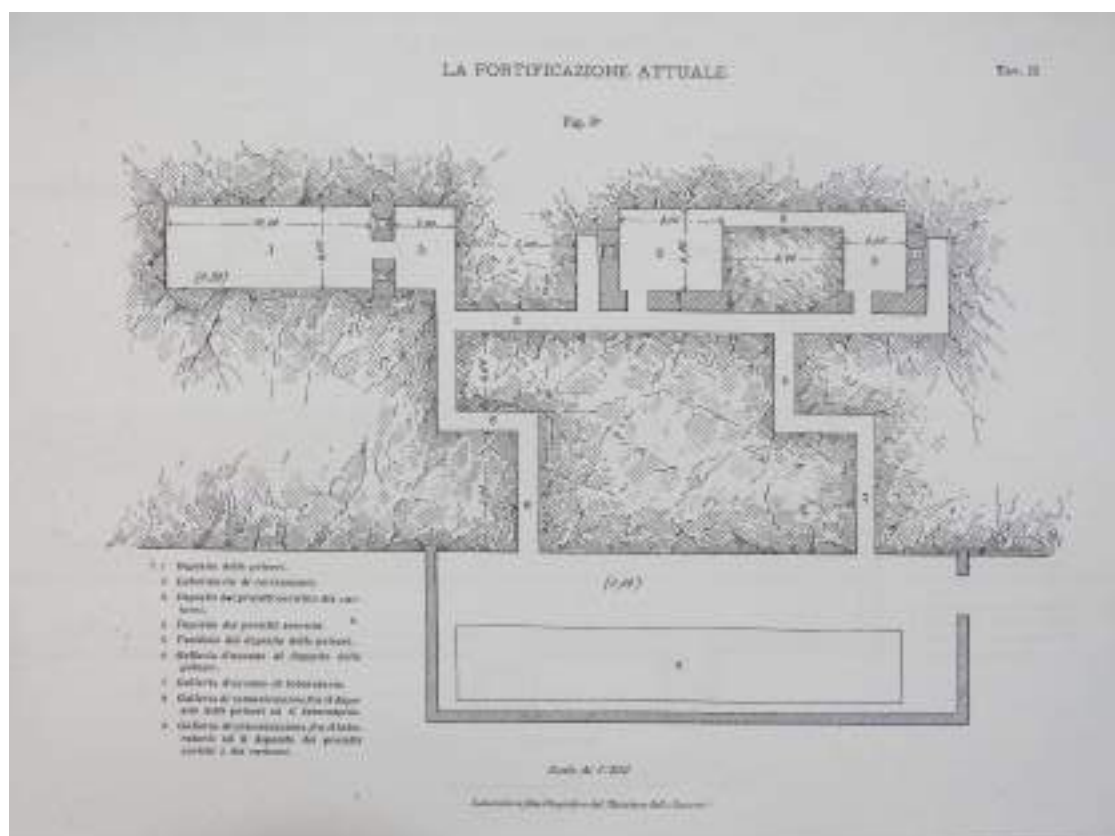
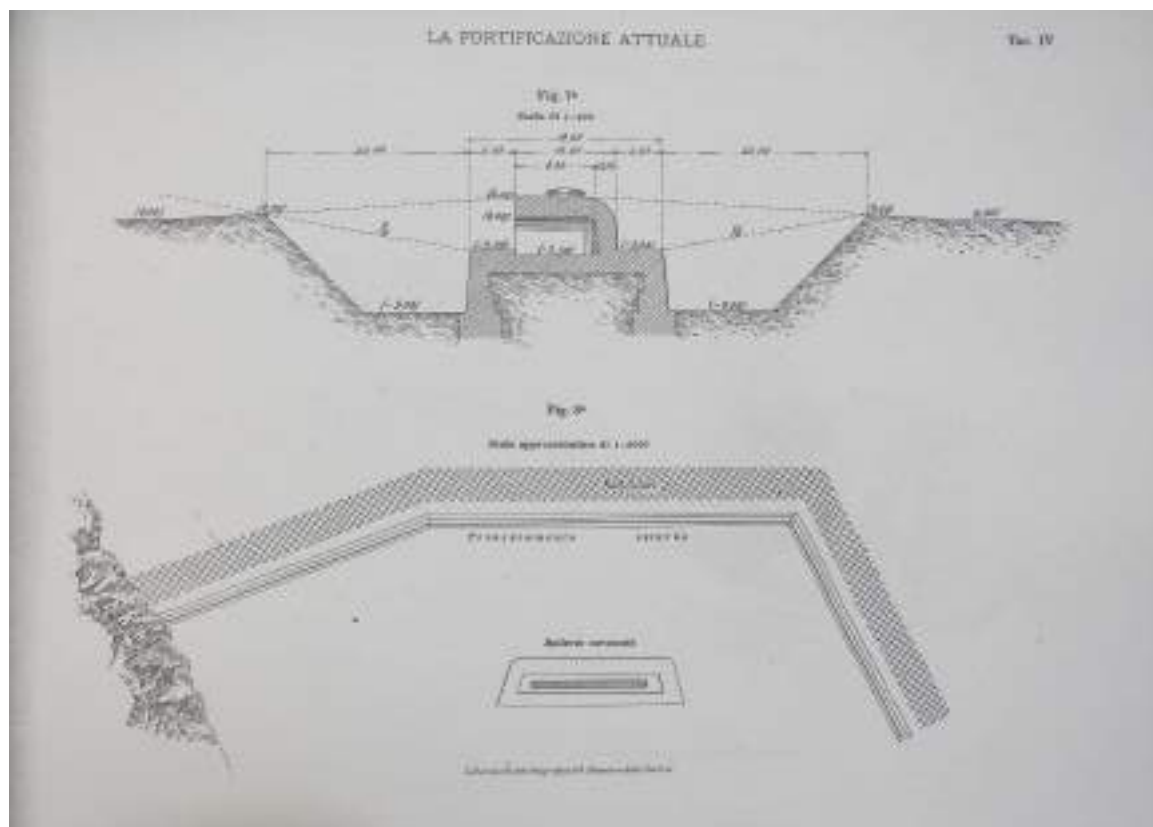
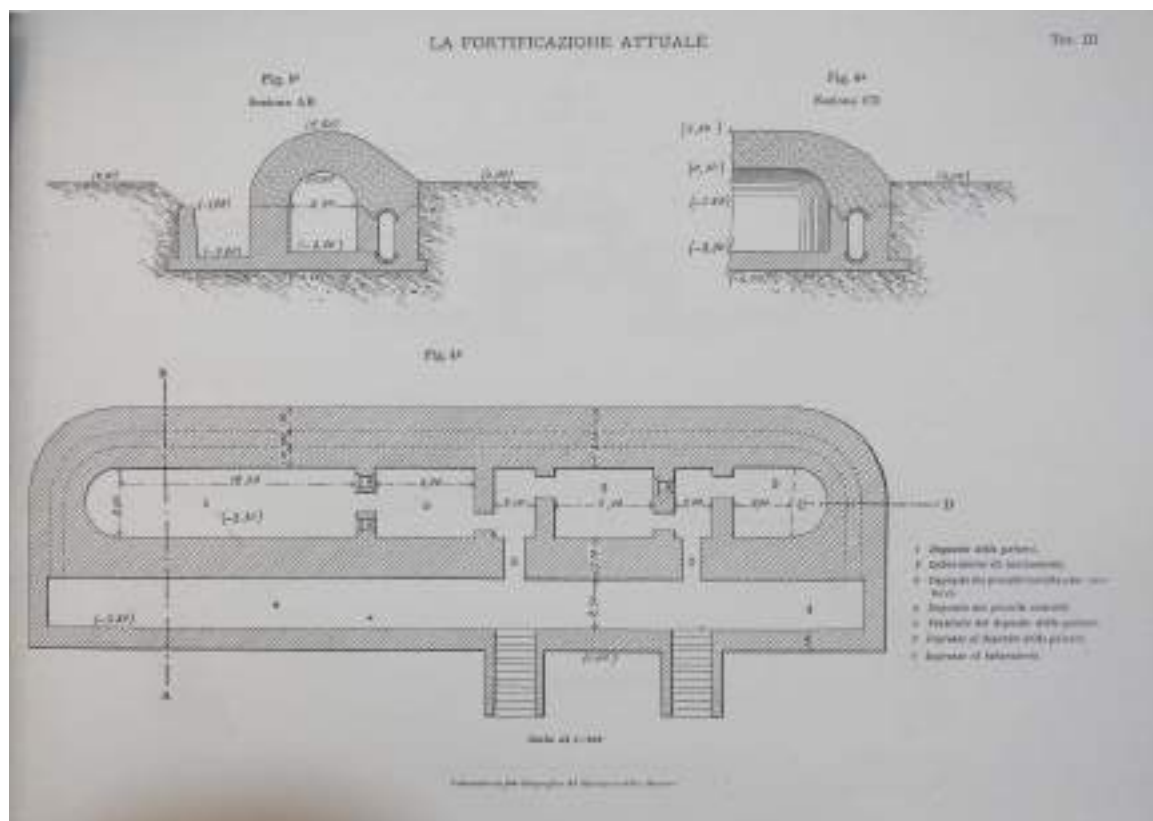


Figura 2.



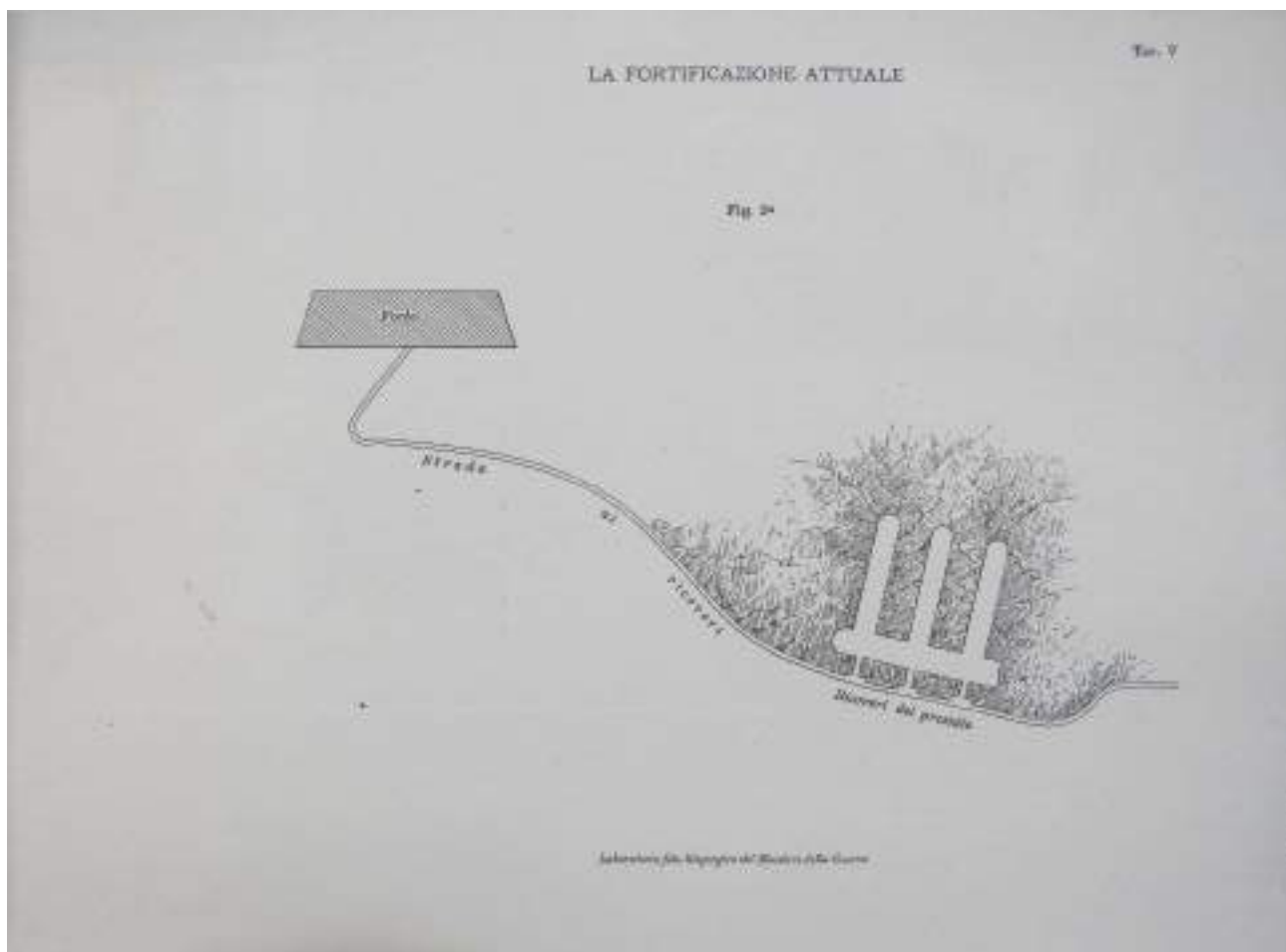


Figura 5.

Tuttavia, attraverso la messa a sistema dei dati raccolti e il confronto con gli studi, da tempo avviati, dei colleghi dell'Università degli Studi di Trento e dello IUAV di Venezia – sul sistema di fortificazione permanente austroungarico – è stato possibile trarre delle considerazioni sull'effettiva risposta del sistema permanente italiano al Primo conflitto mondiale, cosa che ci consente sinteticamente di affermare che le fortezze italiane hanno rispettato per grandi linee lo schema del forte corazzato ridotto a difesa indipendente proposto da Rocchi, dal quale però si sono differenziate solamente per una diversa dislocazione dell'ordinamento dei servizi accessori – depositi per le munizioni, ricoveri per le truppe e la difesa ravvicinata –, collocati seguendo le specifiche esigenze del terreno montano.

Va evidenziato il fatto che gran parte delle opere italiane si costituisce di costruzioni decisamente antiche (risalenti addirittura al 1885), poi riadattate ed irrobustite a partire dai primi del Novecento per far fronte alle esigenze richieste dal rapido processo evolutivo a cui erano soggetti gli armamenti. In sostanza, i forti che possono definirsi moderni, cioè realizzati ex novo nei primi anni del Novecento, sono decisamente pochi e per di più costruiti in un frangente storico in cui le limitate

disponibilità finanziarie hanno condizionato la scelta di non adottare i più moderni materiali da costruzione (come il calcestruzzo e il cemento armato).

Si prediligono quindi opere costruite in muratura a terra e, anche nelle costruzioni più moderne (si veda forte Lissér), nonostante vi siano tracce di “timidi” impieghi di calcestruzzo armato, si continua a prediligere la muratura in conci di pietra per il rivestimento esterno delle zone più protette al tiro avversario.

Per ciò che riguarda l’armamento principale questo è costituito da 4 o 8 cannoni in acciaio da 149 mm, collocati in postazioni a pozzo protette da cupole girevoli (tipo Grillo o Amstrong) e posti in fila tra loro con interassi variabili tra 10 e 15 metri.

L’intero forte, il più delle volte realizzato “in cresta”, è costituito da uno stretto banco di calcestruzzo rettangolare, lungo 60-80 mt, largo 10-15 m, sopra al quale, affiorano le cupole. Al suo interno, negli intervalli tra pozzo e pozzo, sono collocate le riserve per il munizionamento (si veda la batteria corazzata Verena), mentre dietro la linea dei pezzi ed in un piano inferiore, solitamente si ricava un corridoio in calcestruzzo con copertura a botte ai lati del quale è destinato lo spazio per il ricovero del presidio, per i magazzini e per le altre esigenze della difesa limitate allo stretto necessario.



Figura 6.

Vicino a Trento la farà da padrone il calcare, bianco o rosa, delle cave cittadine o degli immediati dintorni; nelle Giudicarie, il granito; in Val di Travignolo il porfido, il calcare nel rivano, e così via.

Non si esclude, in queste prime fortificazioni ottocentesche, una ricerca di decoro, di pregio estetico, per cui feritoie e fori cannonieri conoscono varianti, anche piacevoli, e alle volte addirittura effetti cromatici ricorrendo a litotipi diversi (si pensi al forte di Nago (TN)).

La copertura è spesso rivestita da un manto terroso, tenuto ad erba rasa, per le note capacità del terreno di smorzare l'energia esplosiva dei proiettili. Poi, il calcestruzzo, il cui uso diventa una costante a partire dalla seconda metà dell'Ottocento. Dapprima mescolato alla pietra, cui è affidato un valore decorativo di finitura destinato per lo più ai paramenti esterni, e poi da solo, soprattutto nelle parti più esposte alla minaccia o addirittura all'offesa diretta del nemico.

L'evoluzione delle tecniche costruttive dei forti si intrecciano strettamente con le molteplici invenzioni "figlie" della rivoluzione industriale; infatti, è proprio nella prima metà del XIX secolo che si inizia ad utilizzare il ferro annegato nel calcestruzzo e si migliorano le tecniche di produzione dell'acciaio.



Figura 7.

L'ingegneria militare finisce, così, per disporre di ulteriori materiali da utilizzare nelle nuove generazioni di forti.

Mentre la Skoda progetta il suo obice da 420, capace di lanciare proiettili del peso di un quintale a 16 chilometri di distanza, i genieri, nel tentativo di adeguare i criteri costruttivi all'accresciuta potenza di fuoco e gittata delle artiglierie, rispondono con solai di cemento armato che raggiungono i tre metri di spessore, ulteriormente rafforzati da calotte di acciaio spesse 25 cm.

Accanto ad elementi di modernità, atti a migliorare il potenziale offensivo dei forti con l'installazione di cupole corazzate girevoli dotate di potenti cannoni e i sistemi di montacarichi per il rifornimento delle munizioni, coesistono "citazioni" di antiche tradizioni medievali, come quella del fossato, ideato per far fronte alla necessità di una estrema resistenza ravvicinata¹².

A livello distributivo lo schema adottato viene reiterato in ogni opera: nelle piante si ritrovano modelli tratti dagli studi di geometria piana, poligoni regolari, irregolari, circonferenze, unitamente ad alcuni accorgimenti quali feritoie, fossati, saracinesche, ecc¹³.

Di questo patrimonio di ingegneria militare, però, rimane ben poco.

Ciò nonostante, da una veloce disamina dei tipi di forti, italiani e austriaci è possibile trarre informazioni utili sulle differenze che riguardano i criteri adottati nelle costruzioni, sia il ruolo che queste fortezze dovevano svolgere.

La prima notevole differenza riguarda il sistema di protezione: mentre le opere austriache risultano costruite alla prova dei 305, già compresi tra le artiglierie del parco d'assedio dell'esercito austroungarico (con cupole d'acciaio di 330 mm e masse di calcestruzzo o cemento armato di 4-5 m di spessore), le batterie italiane hanno corazzature limitate a 165 mm e masse cementizie di 2-2,5 m, capaci di resistere efficacemente alle offese dei soli medi calibri¹⁴. Al riguardo, dall'esame superficiale e comparativo del conglomerato impiegato nei due tipi di forte – italiano e austriaco – si ritiene nettamente superiore quello austriaco, mentre le inchieste effettuate in seguito alla disgrazia del Verena hanno dimostrato che il dosaggio e la qualità del calcestruzzo adoperato risponda in genere alle condizioni imposte dai capitoli¹⁵, e che le norme emanate dall'Ispettorato delle costruzioni del Genio del 1905 sui requisiti dei cementi non vengono pedissequamente esplicitate nei contratti stipulati, «ma le uniche notazioni chiaramente espresse riguardano le condizioni generiche del capitolo tipo, che però non garantiscono le necessarie richieste delle opere fortificate»¹⁶.

¹² G. M. Tabarelli, *I Forti Austriaci nel Trentino e in Alto Adige*, Trento 1990.

¹³ Ibidem.

¹⁴ G. Cirincione, *Considerazioni e deduzioni tratte dal comportamento delle opere permanenti sulla fronte trentina durante la grande guerra*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1923, p. 153.

¹⁵ Ivi.

¹⁶ 1915, luglio 12. Verbale della Commissione d'inchiesta nominata per l'esame del Forte Verena, dopo il sofferto bombardamento con mortai da 305. Firmato: cap. Lastrico, col. Strazzeri, mag. gen. Angelozzi.

Un'altra notevole differenza riguarda la forma e la dimensione delle cupole (schizzo n. 2): la cupola delle opere italiane – del diametro di 5,00 m, a saetta molto ridotta – è di forma lenticolare alquanto schiacciata, così da presentare una superficie sfuggente ai tiri di lancio, ritenuti più minacciosi; nelle opere austriache, invece, questo stesso elemento è di forma ovoidale, con diametro di base di 2,60 m, così da opporsi efficacemente agli effetti dei tiri arcati dei grossi mortai. Inoltre le cupole austriache sono composte da un unico pezzo a differenza di quelle italiane composte da 2-3 parti¹⁷.

La bocca da fuoco, che nelle installazioni italiane sporge completamente dagli orecchioni alla volata, in quelle austriache è protetta per intero dalla cupola e l'avancorazza, spinta fino alla massa muraria per circa due metri, si compone di soli due pezzi, il che conferisce al complesso una maggiore robustezza, mentre nelle nostre installazioni i pezzi sono sei e l'approfondimento verso il muro è ridotto a un metro. La disposizione lineare delle cupole, mantenuta costante nelle opere italiane, non viene invece seguita in quelle austriache in cui vengono addirittura costruite delle false cupole in cemento per trarre in inganno l'attaccante.



Figura 8.

¹⁷ Ivi.

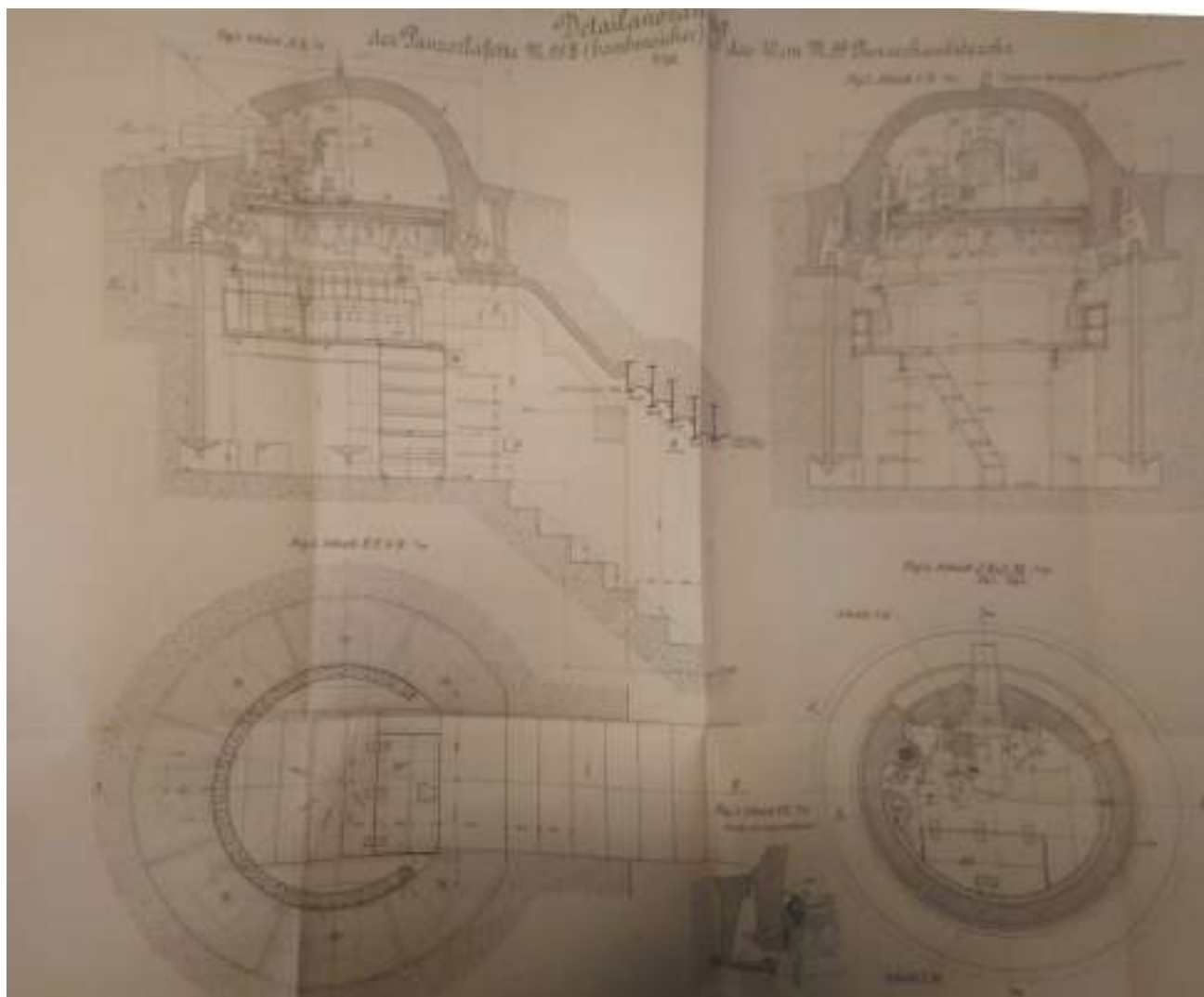


Figura 9.

I forti italiani sono delle batterie chiuse, ispirate al criterio dell'economia e della robustezza, capaci di battere, fino a distruggerle, le opere avversarie e di controbatterne le artiglierie esercitando la loro azione contro bersagli resistenti e assicurando fiancheggiamenti tra le opere. Si tratta, quindi, di armamenti potenti ad azione lontana (cannoni da 149 A) con esteso campo di tiro azimutale, robustamente protetto in costruzioni alla prova di limitato sviluppo.

Nella concezione italiana, alle opere è affidato principalmente il compito della difesa, così come hanno insegnato i nostri ingegneri del Cinquecento, mentre nella visione austriaca si ha forse un ritorno ai primi innovatori della fortificazione moderna del Quattrocento, che affidano al baluardo il compito della difesa mediante i pezzi dei fianchi ritirati, dando dunque alle batterie permanenti il compito di fiancheggiare gli intervalli nei quali poi si apprestano le maggiori difese¹⁸.

¹⁸ G. Cirincione, *Considerazioni e deduzioni tratte dal comportamento delle opere permanenti sulla fronte trentina durante la grande guerra*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1923, p. 156.

Il lavoro di tesi, grazie ai documenti conservati presso l'Archivio di Storia e Cultura dell'Arma del Genio – in cui, attraverso un rilievo minuzioso, gli stessi ufficiali e il personale impegnato in vere e proprie azioni di spionaggio, restituiscono l'immagine del paesaggio, della viabilità e delle difese permanenti austro-ungariche prospicienti la linea di confine, offrendo un quadro sempre aggiornato anche dei territori più interni della Duplice Monarchia – e delle carte d'archivio di parte austriaca, ma soprattutto gli studi compiuti dal servizio informazioni dello Stato Maggiore italiano tra la fine dell'Ottocento e la prima conflagrazione mondiale, ha permesso di ricostruire in modo solido e convincente le tappe di una sorta di “febbre edilizia fortificatoria” promossa dai vertici militari di Vienna nel Trentino, la “regione fortezza” per eccellenza della duplice monarchia.

Questa è certo una storia già raccontata negli anni Trenta del Novecento da Tullio Marchetti, capo dell'ufficio informazioni della I Armata a Verona durante la guerra italo-austriaca, e più recentemente dallo storico militare Filippo Cappellano; a mancare è però un'indagine più dettagliata sull'osservazione e sullo studio militare delle opere di fortificazione austro-ungariche da parte dell'esercito italiano.

La ricerca ha dunque colmato un'importante lacuna che, ci auguriamo, potrà trovare ulteriore sviluppo, in un'ottica comparativa, attraverso l'analisi della ricca documentazione prodotta dal servizio informazioni asburgico e oggi conservata nell'archivio di guerra di Vienna.

Inoltre, lo studio sul sistema di fortificazione permanente ha permesso di entrare a conoscenza di dati inediti, come nel caso dell'impiego del sistema Golding all'interno del forte Cherle e Sommo Alto¹⁹, la cui somiglianza con il sistema Monier è immediata: «In questo caso l'armatura formata da barre tonde in ferro è sostituita con tralicci di lamiera stirata annegata nel calcestruzzo nella parte inferiore della lastra [...] le solette, ottenute con questo sistema, sono sorrette da travi a I e da nervature centinate ad arco, realizzate con sistema misto di cemento e ferro, ma in questo caso l'intradosso della struttura è ottenuto mediante l'utilizzo di una trave curva, avente sezione a U, una larghezza pari l'intero arco ed incastrata all'interno delle ali inferiori delle travi a I [...] Il traliccio Golding veniva collocato sopra alle travi d'acciaio con la diagonale lunga, delle maglie, disposta normalmente all'andamento delle travi per poter favorire così la resistenza all'inflessione. Alla fine veniva eseguito un getto di calcestruzzo il quale finiva con l'affogare il traliccio e formava una soletta dallo spessore variabile dai 6 ai 15 cm (lo spessore suggerito era di 7,5 cm) l'interasse delle travi o delle nervature di sostegno non superava mai i 240 cm. La miscela di calcestruzzo impiegata negli archi di sostegno e nelle solette Golding venivano così proporzionate: 1/6 di cemento, 1/3 di sabbia silicea, 1/2 di ghiaietta silicea o pietrisco (1 parte, 2 parti, 3 parti). In alcuni casi al fine di

¹⁹ T. Iori menziona il sistema Golding pur rilevando l'assoluta assenza di notizie sull'impiego al riguardo. Cfr.: T. Iori, *Il cemento armato in Italia dalle origini alla Seconda guerra mondiale*, Roma 2001, p. 37.

alleggerire la struttura, la ghiaietta poteva venire sostituita da scorie di carbone Coke e cenere»²⁰; e con l'avvicinarsi di diversi interrogativi rimasti ancora aperti, si è riusciti a lambire il margine di nuovi interessanti temi di ricerca, come il contributo, sicuramente più teorico che paratrico, che l'ingegnere militare ha fornito nell'ambito delle costruzioni civili e il rapporto tra architettura fortificata e sito.

Restauro *versus* valorizzazione: alcune considerazioni

Il Sistema di fortificazione permanente, patrimonio di altissima complessità e specificità, espressione di un'efficace risposta all'esigenza di un piano di difesa concepito a livello nazionale, è monito per una precipua attenzione conservativa legata anche al restauro dell'identità paesaggistica, che vada oltre l'obiettivo della mera fruizione turistica, entrando quindi in contatto diretto e sensibile con il progetto e ricercando una nuova destinazione d'uso e una fruizione compatibile con i valori di storia, di arte, di paesaggio e cultura.

All'interno di un progetto di ingegneria sociale sono da inserirsi pratiche architettoniche e paesaggistiche, con la consapevolezza che la recente definizione giuridica data dalla Convenzione Europea del Paesaggio (2006) pone l'accento sui risultati della percezione umana e sui caratteri riconosciuti, mettendo in relazione la materialità percepibile e i valori che permettono di rendere conto dei paesaggi concreti, alpino nel caso in esame, dei loro effetti su chi li percepisce e del modo in cui sono sentiti, compresi, giudicati.

Il futuro dell'architettura fortificata può essere progettato a partire dalla comprensione del suo passato; giacché la premessa di ogni azione di tutela e conservazione deve essere l'approfondita conoscenza delle architetture, del loro contesto e della loro storia mediante un approccio multidisciplinare finalizzato alla penetrazione dei diversi valori riscontrabili nelle opere.

I valori in questione possono indagarsi attraverso le discipline storiche e archeologiche, nonché con l'approccio specifico d'indagine del restauro architettonico per quanto riguarda la comprensione degli aspetti costruttivi, formali e spaziali. La combinazione di montagna, cemento e acciaio, nei casi più felici, raggiunge esiti tecnici stupefacenti e ciò spinge ad una maggiore diffusione del "restauro del moderno", con interventi progettuali che oscillano dalla conservazione alla reintegrazione, dalla musealizzazione alla ricostruzione (quest'ultima ritenuta accettabile se basata sulla progettazione del nuovo che, dalla conoscenza dell'antico, trae sia una forma, che un'immagine più moderna

²⁰ F. Passetti, *Costruzioni di cemento armato*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1899, p. 241.

dell'opera architettonica), fino ad arrivare ai temi della tutela e della valorizzazione del territorio quale palinsesto denso di significati e valori.

Ogni qualvolta la cultura architettonica si cimenta con il complesso tema del restauro ci si trova di fronte alle stesse domande. E se il tema è già complesso di per sé, ancora più complesso diviene se applicato al caso specifico del restauro delle fortificazioni.



Figura 10.

La questione della conservazione e del recupero delle fortificazioni appartenenti alla Prima guerra mondiale appare oggi in tutta la sua complessità, sia per la definizione dei progetti culturali sia per l'approccio teorico relativo ai temi del restauro; così anche come per le effettive difficoltà di esecuzione delle opere e per le concrete problematiche della gestione che le Amministrazioni e gli Enti preposti alla loro valorizzazione devono affrontare ad opera conclusa.

Al riguardo, a valle della legge n. 78/2001 grazie ad un Accordo Programma tra gli enti locali e la provincia di Vicenza, è stato redatto il progetto di Tutela del Patrimonio Storico della Prima guerra mondiale sul territorio dei altipiani vicentini, i cui obiettivi generali possono così sintetizzarsi: «assicurare la salvaguardia del territorio oggetto dell'intervento; individuare le azioni necessarie alla valorizzazione mediante la messa in atto di specifici piani; organizzare le forme di gestione del sistema; ricercare la qualità dell'ambiente storico, naturale e antropizzato e la sua corretta fruizione collettiva²¹».

Da ciò è derivato l'Ecomuseo della Grande Guerra delle Prealpi Vicentine, il cui obiettivo è quello di promuovere la funzione di una educazione al patrimonio che recuperi adeguatamente la dimensione paesaggistica e storica nella quale le testimonianze sono indissolubilmente presenti, facendone una delle più importanti espressioni culturali di questo specifico territorio e della sua storia.

I criteri seguiti possono facilmente sintetizzarsi in 7 punti: «1. Valore storico (opere o strutture interessate dagli eventi bellici di rilevante importanza; opere di alta ingegneria militare; strutture, centri logistici funzionali a teatri o eventi bellici di particolare importanza; strutture di secondaria importanza; ecc.); 2. Stato di conservazione; 3. Valore culturale (legato alla quantità e qualità di memorialistica, ovvero alla memoria collettiva (forza evocativa e commemorativa)); 4. Interesse turistico (opere localizzate all'interno di aree già integrate da progetto di recupero e valorizzazione a fini turistici e didattici, ovvero che fanno parte, o faranno parte, di itinerari turistici); 5. il grado di accessibilità e fruibilità; 6. il contesto ambientale; 7. La disponibilità delle opere (proprietà)²²».

Dopo l'approvazione del progetto definitivo da parte del Comitato Tecnico-Scientifico Speciale per la Tutela del Patrimonio della Prima Guerra Mondiale appositamente costituito in seno al Ministero per i Beni e le Attività Culturali e la successiva assegnazione delle risorse previste dall'art. 11, commi 2 e 3 della legge 78/2001 sopra citata, nel febbraio 2005 è stata avviata la redazione dei Progetti esecutivi per ciascuno degli ambiti individuati, che costituiscono i luoghi dell'Ecomuseo.

Diversi, dunque, i cantieri che si sono susseguiti nell'ambito di un ampio disegno di restauro architettonico e di valorizzazione paesaggistica; plurimi gli interventi di recupero che hanno spinto le amministrazioni locali a mettere in moto un complesso sistema di progettazione degli interventi e di monitoraggio degli stessi, cui si è affiancato un alacre lavoro di ricerca archivistica presso i principali Istituti di conservazione italiani e austriaci per recuperare materiale documentario che ha permesso di

²¹ M. Carollo, *La valorizzazione dei paesaggi di guerra nelle montagne vicentine attraverso il recupero di trincee, camminamenti e altre fortificazioni campali; intervento alla Giornata di Studio Fortificazione campale e camouflage. Camminamenti, trincee e paesaggi di guerra*, a cura di S. Isgrò, promosso da: Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di Ricerca in Architettura, Patrimonio architettonico e paesaggio: storia e restauro dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, tenutosi a palazzo Gravina a Napoli, 15 marzo 2018.

²² Ibidem.

acquisire una preziosa quantità di informazioni utili sia alla definizione dei vari progetti che all'elaborazione della cartellonistica, montata su strutture in acciaio Cor-Ten.

In rapporto alle diverse tipologie delle opere e alle loro caratteristiche si è provveduto ad una diversa programmazione delle modalità attuative al fine di ottimizzare le risorse disponibili.

Dunque si è proceduto all'affidamento mediante gara d'appalto a ditte specializzate per i lavori più consistenti e a maggiore specializzazione, quali il restauro e risanamento conservativo dei forti; per i lavori in campo (recupero trincee, postazioni, baraccamenti, sentieri ecc.) si è optato per l'esecuzione in amministrazione diretta da parte delle stesse Comunità Montane o del Servizio Forestale Regionale, cosa che ha portato alla formazione di squadre locale di operai specializzati che ha consentito di ottimizzare sia i tempi che i costi di realizzazione degli interventi soprattutto negli ambiti maggiormente disagiati. Inoltre, nei diversi ambiti sono stati impegnati centinaia di volontari, in particolare i soci dell'Associazione Nazionale Alpini, dell'Associazione Nazionale del Fante, del CAI e dell'OMG.

Tra i diversi interventi di restauro e valorizzazione condotti negli ultimi quindici anni, citiamo sinteticamente quello per il forte Campolongo²³ (VI), restaurato nell'ambito del progetto "Ecomuseo Grande Guerra delle Prealpi vicentine", è tutelato dal testo Unico dei Beni Culturali, e l'intervento è stato finanziato con i contributi di cui alla L. 78/2001. Tutta la zona ricade all'interno dell'area di tutela paesaggistica di interesse regionale e di competenza provinciale (art. 34 delle N.d.A. del P.T.R.C.), nella quale sono ammessi interventi per il recupero dei manufatti bellici esistenti anche con destinazioni d'uso turistico-ricreative. Il restauro del forte, ha avuto un duplice scopo di: recuperare una testimonianza storica; garantire la sicurezza dei visitatori nelle escursioni al complesso logistico. Gli interventi progettati hanno riguardato: la manutenzione ordinaria dei singoli elementi costituenti il complesso logistico del forte; il ripristino della copertura con getto in calcestruzzo armato e della cornice di gronda per preservare la struttura dalle infiltrazioni di acqua; il recupero strutturale del forte da destinare alla visita, in sicurezza, per operatori e turisti con la realizzazione delle parti di solaio crollati, del ripristino del collegamento tra muri e volte in fase di distacco; lo sgombero da macerie e rifiuti dei locali del forte e dei percorsi di collegamento; l'installazione di cupole in acciaio Corten; il decespugliamento e diradamento arboreo nelle zone vicine i collegamenti e le opere militari esistenti (trincea rafforzata, muro di cinta, cisterne d'acqua, ecc.) che consentono di vedere l'organizzazione originale del complesso militare; pulizia e sistemazione del piazzale di ingresso al forte; recupero di collegamento con la batteria; installazioni di bacheche e cartelli guida esplicativi con lo scopo di illustrare al visitatore le caratteristiche, gli

²³ R. Bernini (a cura di), *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2012, pp. 60-63.

scopi e la storia militare; l'istallazione di adeguata illuminazione nelle gallerie con pannelli fotovoltaici; la predisposizione di idonee opere di sicurezza (cordini/corrimano, griglie di sbarramento, illuminazione dei collegamenti in galleria, parapetti di protezione anticaduta, ecc.

Il Forte Campolongo è sicuramente, dopo il Forte di Punta Corbin, quello meglio conservato tra i forti della Grande Guerra. Attualmente nei pressi del forte termina uno dei percorsi del Sentiero della Pace, che dalla vicina Piana di Vezzena (in territorio Trentino) attraversa in direzioni opposte l'Altipiano. Anche l'intervento di restauro del forte Verena²⁴ è stato finanziato con i contributi di cui alla L. 78/2001. Gli interventi progettati hanno riguardato: i collegamenti fra i singoli elementi del complesso logistico e la loro messa in sicurezza; il recupero strutturale del forte da destinare alla visita, in sicurezza, per operatori e turisti con la realizzazione delle parti di solaio crollati, del ripristino della copertura e della cornice di gronda, del collegamento tra muri e volte; sgombero da macerie e rifiuti dei locali del forte e dei percorsi di collegamento e la loro sistemazione in prossimità del complesso logistico; il decespugliamento e diradamento arboreo per favorire la visita e la lettura logistica del forte; la pulizia e sistemazione del piazzale di ingresso al forte e del fossato di gola; il restauro dell'edificio del cofano di gola; il recupero di collegamento con la batteria; l'installazione di bacheche e cartelli guida; l'istallazione di alcuni pannelli fotovoltaici per l'illuminazione della gallerie; la predisposizione di idonee opere di sicurezza (cordini/corrimano, griglie di sbarramento, parapetti di protezione anticaduta, ecc.).

Diversi i forti austroungarici oggetto di un precipuo intervento di restauro e valorizzazione, tra cui: Forte Corno, realizzato tra 1883 e 1890, in perfetto stile Vogl aveva come obiettivo quello di potenziare lo sbarramento di Lardaro dal lato austroungarico; nel 2000 è stato acquistato dall'Amministrazione di Praso. Gli interventi hanno avuto dapprima come obiettivo quello di arrestare l'avanzato stato di degrado in cui versava il forte, solo in seguito si è provveduto al consolidamento strutturale, con il fine di mettere in sicurezza la struttura per permetterne la visita nella maggior parte della sua estensione, e al rifacimento della copertura – a falde e in lamiera calandrata- come nella versione originale con tipologia articolata in più padiglioni impostata sui disegni austriaci precisissimi fino al dettaglio costruttivo. «La costruzione della nuova copertura ha comportato obbligatoriamente il livellamento delle teste dei muri perimetrali; le integrazioni murarie sono state realizzate, per lo più, con il materiale accantonato in cantiere (conci squadrate in granito) e differenziate, anche in questo caso, da un tipo di fugatura di colore più chiaro rispetto all'originale²⁵». Michela Favero sviluppa il progetto di restauro del forte partendo dal considerare

²⁴ Ibidem, pp. 68-69.

²⁵ M. Dallavalle, M. Favero, *Forte Corno. Paesaggio in Trasformazione*, in *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, a cura di Morena Dallemule, Sandro Flaim, Trento 2014, p. 175.

l'evoluzione della storia e la trasformazione della macchina bellica in rudere. Il progetto è stato in seguito inserito nello studio per la valorizzazione del Paesaggio Fortificato del patrimonio storico monumentale dell'alta Valle del Chiese²⁶.

Forte Larino, preziosa testimonianza di un'epoca di transizione tra le fortificazioni di tipo tradizionale ottocentesche e le opere con cupole corazzate dei primi del Novecento, è stato oggetto di un recente progetto di restauro che prevedeva in prima istanza una destinazione del forte come spazio museale. I primi interventi riguardarono la messa in sicurezza delle strutture precarie e la sistemazione della copertura con opere di pulizia ed impermeabilizzazione.

Venne quindi dato avvio ad una serie di interventi finalizzati al restauro conservativo e al riadattamento funzionale del complesso fortificato²⁷.

Forte Dossaccio, costruito tra 1886 e 1900 è stato considerato nel giro di poco tempo già obsoleto per essere impiegato, ma rappresenta un ottimo esempio di forte realizzato in un determinato periodo di transizione. Una costruzione sperimentale nella tecnica, ma dove i materiali prevalenti sono ancora quelli tradizionali, come legno e muratura. Il suo abbandono precoce ne ha segnato il processo di degrado sino a ridursi ad un rudere che ben si è integrato con la natura circostante. In questo caso, l'intervento di restauro, iniziato nel 2005 e protrattosi sino al 2014 a causa della mancanza di fondi, rivela la grande sensibilità di Paolo Faccio ai temi del restauro e della conservazione e valorizzazione della rovina. Il progetto ha preso le mosse da una riflessione sulla consistenza e la qualità della fabbrica, ma anche «da un'osservazione dello specifico rapporto con la natura che si è manifestato con la sedimentazione del tempo. Il degrado conferisce il valore dell'antico, del passaggio inesorabile del tempo, che nello scorrere incessante ha modificato e plasmato le mura, sovrapponendo stratificazioni non preordinate²⁸»; matura dunque la consapevolezza che il tempo ha mutato l'edificio e il contesto e dunque obiettivo prioritario dell'intervento è stato quello di fare risaltare la natura dell'opera, tramite percorsi evocativi.

La scelta di non eseguire ricostruzioni all'*identique* porta a scegliere materiali quali l'acciaio, il calcestruzzo e il legno. «La grande carcassa della fortificazione si è dotata quindi di nuove forme e linguaggi, sottolineando come il trascorrere del tempo definisca nuove necessità, nuove sembianze e materiali. La struttura dei nuovi collegamenti verticali prevedeva l'utilizzo di lamiera presso-piegata in lamiera microforata con struttura a riorno, così da lasciare visibili i resti delle vecchie scale,

²⁶ M. Favero, *Verso il forte di montana*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 42-43.

²⁷ F. Sordo, *La porta dello Sbarramento*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 36-37.

²⁸ P. Faccio, *Forte Dossaccio. Memorie di morte e simboli di vita, dal progetto alla realizzazione*, in *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, a cura di Morena Dallemule, Sandro Flaim, Trento 2014, p. 156.

intervento di chiara matrice archeologica ... E gli interventi di adeguamento tecnologico, i bagni e i nuovi cavidotti sono improntati alla leggibilità della contemporaneità²⁹».

Forte Pozzacchio, è l'ultima delle fortezze austroungariche realizzate sul confine con il Regno d'Italia, alle pendici del Monte Pasubio. Interamente scavato nella roccia, rappresenta la più moderna macchina da guerra dell'Impero, rimasta incompiuta allo scoppio della guerra.

Il progetto di restauro, promosso dal Comune di Trambileno e dalla Provincia autonoma di Trento, ha previsto alcune scelte fondamentali: «restituzione di un logico percorso di visita fedele al bene tutelato mediante messa in opera di un allestimento che non contraddica il carattere e l'originaria percorribilità; collegamento verticale dalla quota delle caverne alle cupole di tiro ... ³⁰», rendere sicura l'opera «così da poterla “commentare” nel suo sviluppo costruttivo e spaziale³¹».

Il restauro del forte in sé ha preso in considerazione due insiemi di opere: quelle dedicate al sistema di gallerie e caverne e le altre all'ingresso dall'interno al pozzo e alla linea delle cupole di tiro poste sulla cresta in cima³²; i resti delle baracche degli operai che hanno lavorato al forte sono stati preservati, come fossero ruderi sopravvissuti ad una calamità naturale.

Tutti gli interventi sono stati evidenziati in arancione a memoria del cantiere di allora non ultimato per lo scoppio della guerra.

L'intervento ha inoltre previsto un programma di risignificazione estetica, rivolto non solo ai tradizionali appassionati di turismo dei Forti, ma anche a quel pubblico qualificato e curioso, di notevole consistenza internazionale, che gravita attorno al mondo dell'arte. È stato pertanto messo a punto un apposito progetto di recupero delle aree esterne, oltre che all'interno del forte, che consentano l'inserimento di opere d'arte ad hoc realizzate sui temi paesaggio/memoria ovvero la predisposizione di padiglioni temporanei per lo svolgimento di eventi all'aperto³³.

Forte San Biagio-Werk Colle Delle Benne realizzato su un terrazzamento naturale sul lago di Levico dove formava lo sbarramento di Tenna, unitamente con l'omonimo forte. È un'opera in casamatta di pietra scistosa, caratterizzata da una forma planimetrica a pentagono irregolare e circondato da un fossato. Spicca come esempio di tipologia di transizione tra i forti leggeri e quelli della fase matura dei Gebirgforts, ovvero le fortificazioni austriache erette tra il 1883 ed il 1900; l'opera è infatti datata 1889, anche se una profonda revisione unita ad un riammodernamento è stata effettuata tra il 1902 ed il 1912. Il restauro del forte è stato improntato alla conservazione tipologica ed alla valorizzazione di

²⁹ Ivi, pp. 165-166

³⁰ F. Collotti, *La macchina da guerra incompiuta*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 69-75.

³¹ Ivi.

³² S. Aita, F. Collotti, G. Pirazzoli, *Guardare senza esser visti. La macchina da guerra incompiuta di forte Pozzacchio*, in *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, a cura di Morena Dallemule, Sandro Flaim, Trento 2014, pp. 136-154.

³³ Ivi, p. 72.

questo importante esempio di architettura fortificata di transizione. Il forte è stato protetto con una copertura metallica, analoga a quella che doveva avere in origine.

Il principio del ripristino che anima il lavoro di restauro segue necessariamente un principio di analogia, lasciando intravedere un sottile tentativo di ricostruire le parti mancanti secondo il principio del “com’era dov’era”³⁴. La postazione corazzata, attraverso il ricorso a dei disegni d’archivio è stata risagomata con della lamiera metallica; le parti interne crollate sono state ricostruite e consolidate, le murature e le volte ribassate in pietra stuccate e pulite; i pavimenti in pietra restaurati usando, dove possibile, il materiale esistente; i pavimenti in battuto di cemento ripristinati nelle parti mancanti; nei vani delle casematte corazzate sono stati posti dei serramenti di acciaio e vetro per consentirne la chiusura ed allo stesso tempo permettere la visuale con i cannocchiali; infine, nel cortile superiore è stata restaurata la pavimentazione esistente, nell’ottica che qui possano, in futuro, tenersi eventi e rappresentazioni³⁵.

Il forte di Cadine, uno dei primi ad essere costruito dall’Austria-Ungheria dopo la pace di Villafranca, è datato 1860-61. Posto a presidio di Trento, assieme al Doss di Sponde costituiva lo sbarramento della strada che proveniva dalla valle del Sarca, ma si distingueva per le sue forme atipiche. Interamente costruito in pietra rossa di Terlago, imbrattato in facciata con nero catrame, aveva copertura di coppi di cotto dal colore giallo-rosso. La sua stessa conformazione è insolita, poiché diversamente dagli altri forti ottocenteschi, dove solo un portone serviva alla chiusura dell’asse stradale, il suo intero corpo è posto a cavallo tra strada e torrente, con un doppio ordine di volte in mattoni. L’opera è costituita da una struttura casamattata, con murature frontali formate da pietre calcaree squadrate rosa e conglomerati di inerte calcareo e calce. L’idea per il restauro, promosso dall’allora Ufficio per i Beni monumentali e architettonici della Soprintendenza, era di rendere il «forte un centro di informazione, coordinamento e promozione delle iniziative e dei progetti che riguardano la tutela, la salvaguardia e la valorizzazione del patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Si decise quindi di “riabilitare” i ruderi del forte così da destinarlo a sede museale³⁶». Oggi il forte, che è completamente restaurato e dotato di tutti i requisiti tecnologici, è gestito dalla Fondazione del Museo Storico del Trentino. Uno dei principali obiettivi del progetto è stato ricostruire, riproporre le ambientazioni e restaurare la costruzione rispettando le tecniche costruttive originarie. Il forte non aveva conservato i suoi arredi originali, quindi gli elementi del

³⁴ F. Sordo, *La porta dello Sbarramento*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 36-37.

³⁵ R. Acler, G. Malacarne, *Restauro e allestimento del Werk Colle delle Benne. Scene dal forte*, in *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, a cura di Morena Dallemule, Sandro Flaim, Trento 2014, pp. 119-135. Si veda anche: G. Malacarne, *Forte Colle delle Benne. Levico terme*, in «Casabella», n. 881, gennaio 2018, pp. 42-51.

³⁶ M. Favero, C. Micheletti, *Ricomporre la rovina. Il Forte di Cadine*, in *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, a cura di Morena Dallemule, Sandro Flaim, Trento 2014, p. 105.

Centro Informativo sono stati progettati su misura, senza sovrapporli tuttavia alla struttura architettonica e senza sminuirne il progetto di restauro.

Il forte monte Lonza, detto Bernadia dal massiccio su cui è costruito, a Tarceto, appartiene al sistema difensivo realizzato in Friuli Venezia Giulia tra 1908 e 1913.

Qui il progetto di restauro, coordinato dal prof. arch. Claudia Battaino, è andato magistralmente oltre il semplice intervento di restauro conservativo, proponendo il riutilizzo del forte per obiettivi culturali; dunque è stato affrontato il tema del riuso con la creazione di nuovi spazi di servizio ipogei, da destinarsi alle attività didattiche, ai quali si accede tramite una “rampa trincea”³⁷, inoltre un nuovo percorso ipogeo porta all’ascensore che conduce a tutti i livelli.

Nel tentativo di abbattere i costi di manutenzione, l’obiettivo del riuso imposto dall’amministrazione comunale di Tarceto, ha condizionato la scelta dei materiali e delle tecnologie. Per le strutture l’intervento ha seguito i dettami della pura conservazione, dunque si è decisa la conservazione delle superfici, dei materiali originari e di ogni traccia che sia espressione del “trapasso dell’opera nel tempo”; si è inoltre deciso di lasciare in vista tutte le tracce degli impianti elettrici e di restaurare gli intonaci esterni.

La filosofia che ha guidato l’intervento è basata sulla netta distinzione tra nuovo e antico³⁸: «le integrazioni all’architettura esistente sono costituite da elementi minimi, lasciando sempre la possibilità di distinguere i nuovi apporti, che utilizzano materiali assimilabili, ma con il carattere della modernità. Sono stati ripristinati gli ambienti interni, ricostruite le parti indispensabili ad arrestarne il degrado, realizzate le opere e gli impianti imposti dalla normativa riguardante i locali aperti al pubblico ...³⁹». Per sottolineare la differenza tra “nuovo” ed “antico” sono stati usati materiali facilmente distinguibili da quelli originari, quali il calcestruzzo faccia a vista nelle pareti, il calcestruzzo liscio per i pavimenti, l’acciaio per i serramenti e la lamiera stirata per i controsoffitti.

Forte Werk Tenna, costruito sulla dorsale collinare che separa i laghi di Levico e Caldonazzo, insieme al forte Colle delle Benne costituisce lo sbarramento sul lago di Levico. È datato 1884-1887, ha una pianta a forma di quadrilatero irregolare, di circa 1700 mq. Il forte è quasi completamente interrato poiché è ricoperto da un terrapieno che funge da terrazza per raccogliere l’acqua piovana. Quest’opera non ha mai partecipato ad azioni belliche, risultando obsoleto già alla fine della sua costruzione; nel 1915 è stato infatti disarmato e declassato a deposito. Finita la guerra, attorno agli anni Trenta del secolo scorso, è stato spogliato dagli elementi in ferro e successivamente anche del

³⁷ M. Anselmi, *L’esperienza friulana*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, p. 80.

³⁸ C. Battaino, *Un progetto ipogeo*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 82-85.

³⁹ Ivi, p. 84.

materiale da costruzione, infine è stato usato come discarica. Il progetto di restauro e recupero del forte è stato finanziato dalla Provincia Autonoma di Trento, è iniziato nel 2009 e si è concluso nel 2012. L'obiettivo perseguito non è stato solo quello di preservarne la storia della fabbrica, ma anche di "narrare" le sue vicende, eliminando innanzitutto le cause di degrado riscontrate in fase analitica e facendo interventi minimi per riusare la rovina nel rispetto del carattere del luogo. I pavimenti originari sono stati recuperati e restaurati, ove ciò non è stato possibile sono stati reintegrati; la scala principale che collega primo e secondo livello è stata interamente ricostruita nella posizione originaria. Non un restauro integrativo o di ricomposizione filologica, ma un riuso della rovina nel rispetto del carattere del luogo, della funzione del manufatto e della tipologia costruttiva originaria. L'allora Soprintendenza per i Beni architettonici ha anche disposto di creare una zona parco nell'area esterna, così da promuovere un ampio programma di riqualificazione paesaggistico-ambientale.

Partendo da un interesse comune al tema della memoria e dalla consapevolezza del forte legame con il contesto territoriale di appartenenza, i progetti di restauro si articolano con una diversa impostazione metodologica che va dall'interesse quasi archeologico e stratigrafico del forte, talvolta in una condizione di rovina, alla riabilitazione funzionale della costruzione nella sua efficienza costruttiva.

Dagli esempi citati, si evince che si tratta di un particolarissimo progetto di restauro, in cui occorre proporre plurime alternative che affrontino il tema della conservazione in senso stretto, che si spingano fino al mantenimento del degrado non patologico delle strutture, in cui assume valore la messa in evidenza delle tragedie dell'edificio: quasi una stratigrafia della rovina che ci porta a mantenere e mostrare nel progetto e nel programma di restauro le tracce dei bombardamenti, le riparazioni successive, gli squarci provocati dall'estrazione e dal recupero del ferro dai recuperanti nel corso degli anni Trenta del secolo scorso; sia il difficile tema del riadattamento funzionale dei forti, quando è il caso, in efficienti macchine di ricettività museale.

Quale rapporto si deve o si può stabilire tra il vecchio e il nuovo nel restauro di un forte? Quanto il nuovo può tradire il vecchio e quanto invece deve mostrare l'impianto originario? In che modo è possibile mettere in opera la memoria?

La costruzione delle fortificazioni è, in tal senso, un capitolo di una lunga durata (March Bloch) che riguarda la cultura materiale e gli aspetti antropologici legati al luogo, la vita quotidiana delle genti prima e dopo la drammatica censura della guerra.

Il territorio del restauro è teso tra pulsioni di segno opposto nei riguardi del tempo e soprattutto percorso da dubbi sul modo di mutamenti che lo accompagnano; mutamenti considerati come

elemento di degrado e decadimento, o all'opposto valutati come avvaloramento, gravano il restauro; mutamenti che avvengono nel corso del tempo, ai quali deve il suo stesso motivo di esistere.

Spesso ascoltiamo parole di apprezzamento, perfino di ammirazione e di gratitudine per gli esiti del “tempo scultore” che giunge quasi a sublimare la materia costruita elevandola al di sopra della sua contingente materialità, fino a conferirle quella che Ruskin chiama “alta risonanza” o “serena autorità”, insomma, l'aura di una fabbrica che reca i segni del lungo tempo vissuto e lo testimonia insieme alla civiltà dei costruttori⁴⁰.



Figura 11.

⁴⁰ F. Doglioni, *Nel restauro. Progetti per le architetture del passato*, Venezia 2011.



Figura 12.

La materia doppiamente *signata* – dall'uomo e dalla natura – reca i segni del tempo e lo rende a noi *sensibile*, percepibile attraverso i sensi. Sulla superficie noi possiamo entrare in contatto con la costruzione, con il suo formarsi e modificarsi strato su strato, quindi con la sua storia o, più semplicemente, con la sequenza di eventi che l'hanno segnata nel tempo facendone un universo fenomenico. Le architetture diventano quindi infrastrutture del tempo – storico e naturale – in ciascun territorio e luogo.

Oggi, le rovine del forte Verena, in un ambito di straordinario valore paesaggistico, risultano facilmente accessibili attraverso la seggiovia che, dal sottostante rifugio Verenetta, sale sino alla cima del monte Verena, costituendone la stazione d'arrivo e ospitando nei locali al suo interno il motore per la trazione dell'impianto di risalita.

L'aspetto attuale è quello di una rovina, una rovina frutto della forza meccanica della natura che trascina verso il basso, corrode, distrugge⁴¹. La natura in questo caso rende l'opera il materiale della

⁴¹ R. Simmel, Sassatelli M. (a cura di), *Saggi sul paesaggio*, Roma 2006, p. 74.

sua creazione, proprio come in precedenza l'arte si è servita della natura come materia prima e della mano dell'uomo per dirigere verso l'alto la costruzione.

Il forte ha il fascino delle antichità, e solo una logica ottusa può affermare che un'imitazione assolutamente esatta, dal punto di vista estetico, avrebbe lo stesso valore.

«Col frammento che reggiamo in mano noi dominiamo spiritualmente tutto il lasso di tempo a partire dalla sua creazione: il passato, con i suoi destini e le sue vicissitudini, è raccolto in questo punto di presente intuibile esteticamente⁴²».



Figura 13.

⁴² A. Quendolo (a cura di), *Paesaggi di guerra. Memoria e progetto*, Udine 2014.



Figura 14.



Figura 15.



Figura 16.



Figura 17.

Le rovine si inscrivono in uno scenario da cui non possono dissociarsi, si innestano nel paesaggio circostante formando creando un'unità, divenendo una cosa sola come l'albero e il sasso. Nelle rovine, l'influsso della pioggia e dei raggi solari, del caldo e del freddo, contribuiscono a far somigliare la costruzione in loro balia al colore della terra abbandonata ai medesimi destini. Questi influssi riconducono il primitivo risalto dei contrasti alla pacifica unità della mutua appartenenza.

Le rovine sono come l'arte, un invito a sentire il tempo⁴³.

Le membrature rimodellate dai crolli manifestano ancora l'intima *firmitas* e fanno intuire il dominio che un tempo ha saputo esercitare sul sito: il rudere ci appare potente nella sua precarietà.

Il suo essere *rovina* discende da una selezione naturale che fa leva sul carattere insito nella costruzione di origine, alla quale la *rovina* permette una sorta di persistenza dopo la morte, attraverso la sublimazione in uno stato diverso e ambiguo, privilegio delle fabbriche costruite per durare nel tempo.

⁴³ M. Augè, *Le temps en ruines*, Paris 2004, p. 36.

La rovina mantiene un rapporto esplicito e riconoscibile con l'architettura da cui ha origine e con il tempo che l'ha costruita, attraverso l'intrinseca cura e il linguaggio impresso in ciascuno degli elementi scomposti, ma riconoscibili.

Paradossalmente, quando le rovine costituiscono un punto di arrivo che corrisponde all'attesa dei visitatori, il più delle volte rappresentano anche un punto di vista dal quale si scopre un altro paesaggio, altri spettacoli⁴⁴.

Il recupero delle fortificazioni diventa dunque il pretesto di una ricostruzione complessiva della memoria di un territorio e delle vicende anche drammatiche delle sue popolazioni.

È necessario, comunque, compiere un salto di scala per comprendere le esperienze relative al recupero del complesso sistema di segni del paesaggio fortificato e alla rivisitazione dei luoghi della memoria.



Figura 18.

⁴⁴ Ivi, p. 70.



Figura 19.

Il sistema paesaggio-forte. Dalla conoscenza alla valorizzazione



Figura 20.

L'individuazione dei caratteri del paesaggio fortificato consente la costruzione di un percorso narrativo costituito da elementi, figure e architetture che riscoprono e rafforzano l'identità del luogo: un progetto di architettura del paesaggio che, come la pellicola di un film, è costituito da una serie di scene e di azioni, che mettono in moto il corpo del visitatore ... la sua mente, la sua capacità immaginativa, la sua memoria⁴⁵.

Il paesaggio si presenta, sì, come un “documento d'archivio”, pieno di tracce materiali e immateriali, ma non è statico, bensì in continua evoluzione: le tracce del passato, cioè si intrecciano con quelle che il presente va lasciando e che lo modificano continuamente, attraverso l'azione degli uomini e della natura.

Si impone, dunque, la necessità di leggere il paesaggio, a scala territoriale, mediante la comprensione degli elementi che lo costituiscono: da quelli strutturali, che ci restituiscono una tridimensionalità differente (anche in rapporto al “fosso” generato dalle granate scoppiate) a quelli morfologici e

⁴⁵ *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici – esperienze a confronto*. Convegno di Lardaro, Trento 20-21 maggio 2005.

formali; dalle componenti della copertura vegetale ai materiali di progetto che lo strutturano anche da un punto di vista formale e che ci permettono, poi, di gestirne le trasformazioni con i materiali che, spesso, sono quelli della botanica e della vegetazione. Ciò perché il paesaggio, in cui gli elementi naturali sono i principali componenti, è la vera “opera d’arte” in continuo mutamento; un mutamento necessario, inevitabile, inarrestabile e irreversibile.

L’ipotesi è quella di intersecare nuove o diverse modalità di fruizione del territorio, in parte già presenti, come quelle legate al turismo o all’escursionismo sportivo, con sistemi di visita costruiti attraverso il recupero di manufatti infrastrutturali di origine bellica.

La Grande Guerra pone una serie di questioni legate al rapporto tra la trasmissione della memoria, ancora molto vivida, e le dinamiche di trasformazione del territorio che, al contrario, hanno visto la progressiva dismissione di molti segni lasciati dall’evento storico.

L'idea del “Museo diffuso”

Tutta la montagna vicentina, dal Pasubio all'Altopiano dei Sette Comuni, al Grappa può a ragione essere considerata come un grande “museo all'aperto”.

L'evento bellico ha investito territori fortemente caratteristici dal punto di vista del paesaggio, ma anche da condizioni culturali e di sviluppo assai diversificate: pianura, alvei fluviali, altopiani e montagna. Se alcune località, principalmente montane, erano caratterizzate già dalla fine dell'800 dalla presenza abbastanza consueta del turismo italiano, ma soprattutto inglese e tedesco, altri devono la propria “fortuna” alle vicende belliche. D'altro canto, a differenti caratteristiche morfologiche del terreno sono conseguite altrettanto diversificate tecniche e tecnologie costruttive, ma anche differenti necessità, che forniscono altrettante chiavi di lettura per le nostre storie.

Le testimonianze sono plurime e potrebbero classificarsi: per tipo e per forma (su roccia, su targa o lapide di pietra), segno di pietra, monumento di pietra o di cemento; e quindi per scopo, cioè: monumento eretto in onore delle vittime, in onore di una personalità o di un evento, oppure monumento in onore di un'unità militare.



Figura 21.



Figura 22.



Figura 23.



Figura 24.



Figura 25.

Tutti i reperti sono minacciati dalle intemperie, ma anche dalla vegetazione; nella fascia boschiva le radici degli alberi sollevano e fratturano le fondamenta dei monumenti.

Anche le scritte poste all'entrata delle caverne, negli impianti militari o sulle pareti delle baracche sono minacciate, non solo dalla natura ma anche e soprattutto da atti vandalici gratuiti o scaturiti da ragioni politiche.

Il lavoro di ricerca conferma il valore dell'ecomuseo, come espediente per la valorizzazione diffusa del territorio cosa che, attraverso l'individuazione di precisi percorsi di collegamento tra le diverse realtà, consente la realizzazione di sinergie culturali ed economiche, lo sviluppo di un circolo virtuoso di rimandi informativi da una realtà all'altra che mantiene vivo l'interesse del visitatore.



Figura 26.

Storia dei segni

Nel recupero dei teatri di guerra è interessante riflettere sul ruolo di quella serie di piccoli segni sul territorio di forte carica simbolica: pietre militari ritrovate dai vecchi stradoni militari, cippi di confine, lapidi, scritte incise, capisaldi, paracarri. Opere spesso ignote, andate perdute o in rovina, che tuttavia sono un punto di riferimento nella riconoscibilità dei luoghi.

Questi segni ancora oggi ci aiutano a ritrovare le ragioni o gli eventi di un passato la cui memoria è altrimenti persa o nota solamente a chi ne ha letto i racconti sui libri o sulle guide. Nella maggior parte dei casi si tratta di individuare una possibile struttura narrativa che colleghi i segni esistenti con le realizzazioni di un percorso di avvicinamento in montagna.

La geografia di questa parte dell'Arco alpino è stata radicalmente modificata dalla guerra e non solo nei suoi dati fisici, nei profili delle montagne, negli andamenti dei fiumi e nell'infrastrutturazione a tappeto del territorio, ma soprattutto in tutto quello che riguarda la sovrapposizione di significati che



Figura 27.

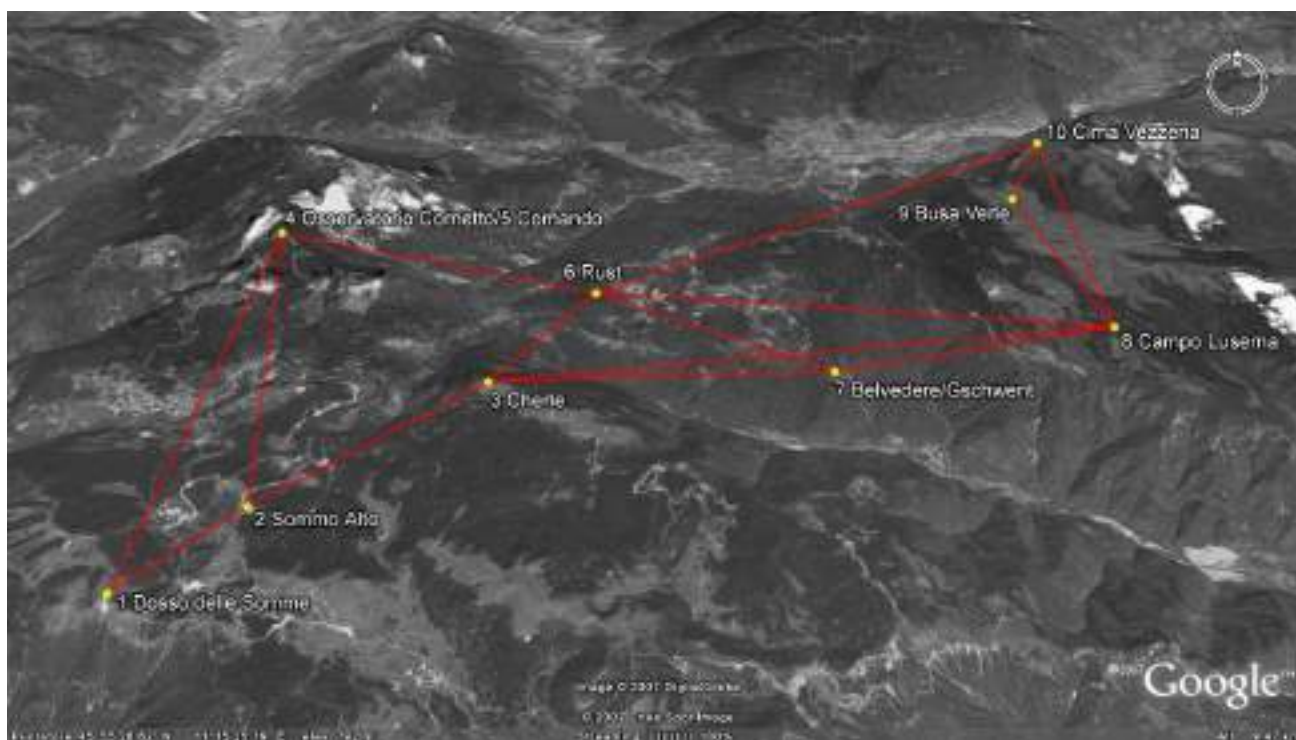


Figura 28.

ha allargato il senso di l'appartenenza verso uno scenario territoriale ristretto dai suoi pochi abitanti ad un'intera nazione, con ingenti conseguenze sull'identità del paese.

Il paesaggio attuale porta con sé frammenti di una vicenda che per i luoghi ha rappresentato un brevissimo lasso di tempo, ma nonostante questo ha lasciato impronte indelebili e memorie ancora vive. Queste tracce oggi si confondono con la geografia, e i segni parzialmente cancellati dal tempo risultano difficili da leggere perché privati di quelle relazioni che hanno caratterizzato il senso della loro collocazione.

Risulta quindi necessario osservare il paesaggio esistente con occhi differenti, tentando di recuperare molteplici sguardi: lo sguardo del turista precedente alla guerra, del soldato o dei comandi, lo sguardo dei reduci che tornano nei luoghi della loro sventura o, ancora, lo sguardo costruito sul finire degli anni Venti nelle prime guide pubblicate dal Touring club italiano (*Sui campi di battaglia*, 1925-1931).

Nella consapevolezza che paesaggio, memoria collettiva e identità culturale sono oggi le diverse facce di un nucleo semantico denso e difficile da maneggiare, la cui struttura semiotica è generata dall'incontro tra la materia del luogo e la memoria degli individui e delle comunità, si impone un'azione sistematica di riappropriazione della memoria storica, attraverso il riconoscimento, il recupero materiale e la valorizzazione delle testimonianze, non solo architettoniche e connesse con l'evento, come "i Forti", ma anche delle infrastrutture di collegamento e di servizio militare

(ferrovie, strade, mulattiere, sentieri sterrati), oltre all'insieme di opere appartenenti alla fortificazione campale (strade, trincee, avamposti, postazioni per mitragliatrici, fuciliere, teleferiche ecc.) che, ormai mimetizzate dall'opera "risanatrice" della natura, spesso sfuggono allo sguardo.



Figura 29.

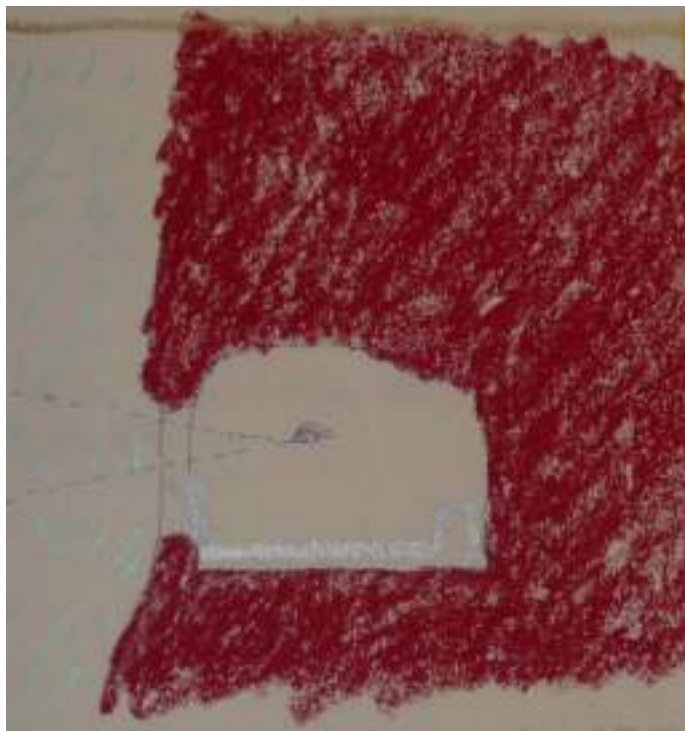


Figura 30.

Le infrastrutture di guerra

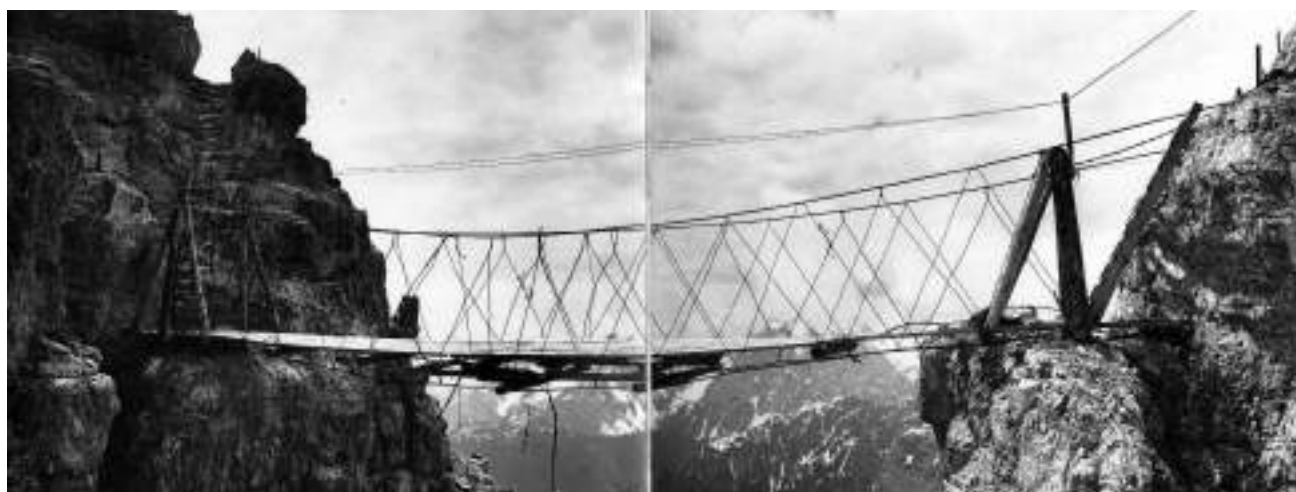


Figura 31.

Le infrastrutture di guerra, in quest'ottica, costituiscono al contempo spunti per nuovi itinerari di visita e strumento per condurla attraverso le stratificazioni del paesaggio.

La Grande guerra ha lasciato impresse sul suolo, in particolare nel territorio veneto, una consistente eredità costituita da una vasta rete di linee infrastrutturali che hanno profondamente modificato le dinamiche di attraversamento e di fruizione del territorio.

Tale trasformazione vede la sua origine nella grande quantità e varietà di materiali movimentati negli anni precedenti e durante il conflitto: tonnellate di calcestruzzo, ferro e legno indispensabili per costruire forti, baraccamenti, strutture di comando e sanitarie⁴⁶.

In montagna e sugli altipiani vengono anche dismesse le vecchie vie, i pascoli, gli alpeggi, per far posto a mulattiere, strade e ferrovie: circa 5000 chilometri di nuove rotabili (il doppio quelli già esistenti nelle retrovie) ma oggetto di manutenzioni, 1200 km di nuove linee ferroviarie tradizionali o decauville (su una rete totale che nell'Italia del 1914 non superava i 19.000 chilometri), oltre alle gallerie e ai viadotti resi necessari dalla corrugata orografia dei territori di confine. E poi linee telefoniche, condotte d'acqua, teleferiche, baraccamenti simili a piccoli centri urbani.

⁴⁶ A. Iorio, C. Pirina, *Infrastrutture della memoria*, in «Progetto Re-Cycle», maggio 2015.



Figura 32.

Durante il secolo successivo alla guerra quei sistemi hanno subito diversi tipi di alterazione: in alcuni casi sono stati implementati, diventando il sedime su cui realizzare vie di maggiore portata o maggiore velocità, con una netta prevalenza delle trasformazioni in strade carrabili (dovuta al progressivo imporsi del trasporto su gomma); altrove, soprattutto alle quote più alte, molte mulattiere di arroccamento sono oggi i sentieri lungo cui escursionisti spesso inconsapevoli attraversano le montagne per diletto o per sport; molti segni, infine, hanno più semplicemente visto esaurirsi il loro utilizzo col tempo, senza dare adito a prospettive di trasformazione.

Proprio questi chilometri di vie, in parte dismessi e spesso in stato di abbandono e sottoutilizzo, costituiscono in realtà una straordinaria risorsa materiale.

Si tratta di una vasta rete di percorsi disponibile a un processo di riciclo basato su nuove modalità di frequentazione del territorio e che presenta almeno due caratteristiche peculiari: una capillare estensione che, soprattutto nelle aree alpine o prealpine, permette di attraversare e raggiungere con relativa facilità luoghi toccati solo marginalmente dal recente sviluppo di un'urbanità diffusa, dove altresì è ancora abbastanza preservata una condizione di rurale naturalità; la frequenza con cui queste infrastrutture, nate per esigenze belliche spesso contingenti, non solo attraversano aree di notevole

bellezza paesaggistica, ma ricalcano o si relazionano a collocazioni dimostrate nel tempo strategiche nei confronti del territorio, secondo analoghe modalità di controllo a distanza.

In questo senso, rileggere i modi attraverso cui la Grande guerra si è insediata nel territorio e ha contribuito a costruirlo significa percorrere itinerari, fisici e narrativi, che attraversano la storia dei luoghi, penetrando la ricchezza della stratificazione avvenuta.

A questa infrastruttura fisica corrisponde una rete infrastrutturale immateriale altrettanto interessante, che attiene alla percezione da manufatto a manufatto.



Figura 33.



Figura 34.



Figura 35.



Figura 36.

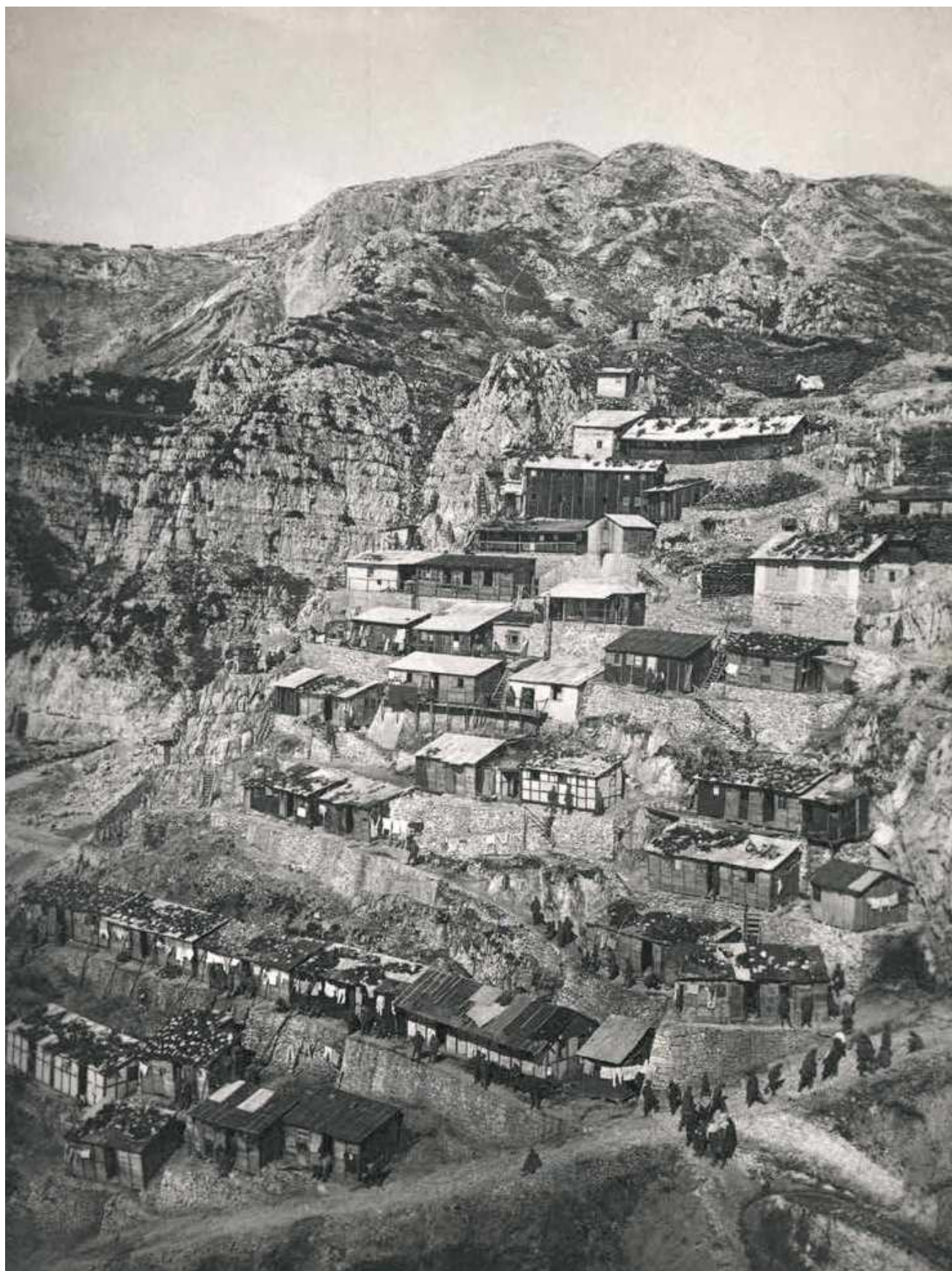


Figura 37.

Il sistema dell'accessibilità ai forti



Figura 38.

L'atto di raggiungere, percorrere o attraversare un luogo – anche se a spingerci è la *sola vivendi cupiditas* cara a Francesco Petrarca, il puro desiderio di vedere con i nostri occhi – già rappresenta per un momento «la minima condizione d'uso dell'architettura»⁴⁷.

Si prova un'attrazione inquietante nell'esplorare un rudere o una rovina perché farlo significa anche accedere a luoghi vietati, provare suggestioni profonde che nascono dalla cultura romantica europea, e ne costituiscono un tratto caratteristico e forse esclusivo.

Queste esplorazioni oggi sono legate a reali percorsi turistici – sia pedonali che per bici da montagna – che nascono dalla traccia di base costituita dall'intera viabilità militare del periodo precedente alla Grande Guerra, nonché quella realizzata nel corso dei successivi spostamenti del fronte.

⁴⁷ A. Bellini, *Architettura, uso e restauro*, in *Restauro architettonico: il tema dell'uso*, a cura di N. Pirazzoli, Ravenna 1990, pp. 17-42.

Per vivere e valorizzare questi luoghi è dunque necessario garantire agibilità e messa in sicurezza sia delle opere che dei percorsi di visita.

Gli aspetti legati all'accessibilità dovrebbero costituire la base di tutte le azioni di tutela e valorizzazione di un sito culturale, ma, in questi casi, la presenza di barriere architettoniche esalta le caratteristiche fisico-costruttive proprie dell'architettura fortificata; per cui, l'inaccessibilità, che è stata il requisito fondamentale di queste strutture, va tutelata e valorizzata facendo ricorso a misure "compensative".

I percorsi di visita delle fortificazioni e dei luoghi di battaglia assumono andamenti capricciosi, spesso incomprensibili, ormai in assenza dell'evento bellico, percorsi che talvolta necessitano di spiegazioni o di ambientazioni che mostrino la ragione di un fortino in un certo punto, oppure di una linea a zig zag di una trincea motivata allora da ragioni tattiche⁴⁸.



Figura 39.

⁴⁸ A. Iorio, C. Pirina, *Infrastrutture della memoria*, in «Progetto Re-Cycle», maggio 2015.



Figura 40.

Nel recupero della rete dei percorsi militari bisogna rassegnarsi anche alla inutilità o alla tortuosità di alcune strade che oggi ci paiono ingiustificate o che potrebbero sembrare più lunghe del necessario. Occorre dunque riflettere sulle differenze d'azione tra «l'esploratore, che a proprio rischio e pericolo si avventura in luoghi impraticabili, e il visitatore – o, con termine più usurato, il turista – che deve poter seguire un percorso preordinato e protetto»⁴⁹.

Il diritto alla “memoria”, quale forma particolare di ricordo indirizzata al riconoscimento delle figure che determinano il valore e la qualità di questo paesaggio, è un fattore identificativo di questo patrimonio naturale e storico-culturale, afferente la prima guerra mondiale, di cui i Forti, come sentinelle mute, non sono solo monumenti o monito per le generazioni future, ma si presentano quali pagine del grande libro della Storia dell'architettura militare da studiare e comprendere con attenzione, per approfondire le relazioni con il mondo dell'ingegneria e dell'architettura civile del XX secolo che, a tutt'oggi, sono ancora da indagare.

⁴⁹ F. Doglioni, *Nel restauro. Progetti per le architetture del passato*, Venezia 2011, p. 267.



Figura 41.



Figura 42.



Figura 43.

Referenze iconografiche

Figura 1. La fortificazione attuale, studi (da Rocchi 1892)

Figura 2, 3, 4 e 5. Ivi.

Figura 6. Forte Larino (TN). Particolare della feritoia. Interessante la ricerca di decoro e di pregio estetico. (foto dell'A., settembre 2016).

Figura 7. Forte di Nago (TN). Particolare delle feritoie; è interessante notare il ricorso a litotipi diversi che conferiscono all'insieme un piacevole effetto cromatico. (foto dell'A., settembre 2016).

Figura 8. Forte Belvedere (TN). Cupola corazzata degli obici. (foto dell'A., settembre 2016).

Figura 9. *Schema di cupola tedesca.* (da *Sammlung von Aufgaben über den Dienst des Geniestabes im Felde u. in Festungskriege*)

Figura 10 e figura 11. Fortezza di Arezzo (Foto dell'A., giugno 2015)

Figura 12. Forte Garda (TN), foto dell'interno. (Foto dell'A., agosto 2016)

Figura 13. Forte Strino (TN), foto del nuovo allestimento museale. (Foto dell'A., agosto 2016)

Figura 14. Forte Verena (VI). Impianto di risalita al forte. (Foto dell'A., agosto 2016)

Figura 15, 16. Forte Verena (VI). Vista panoramica del Forte. (Foto dell'A., agosto 2016)

Figura 17. Ruedi delle Caserme del Forte Pozzacchio (TN).

Figura 18 e 19. Due panoramiche del Forte Pozzacchio in Valmorbia (TN).

Figura 20. Località Passo Vezzena-Malga Verle. Segni del cannoneggiamento del forte Busa Verle.

Figura 21. Forte Verena, contrassegno dell'IGM.

Figura 22, 23, 24, 25, 26. Forte Casa Ratti. Fregi.

Figura 27. Caratteristica trincea "alla greca" scavata sulle dorsali erbose delle Melette (da Bernini 2015).

Figura 28. Fortezze degli Altipiani. Sistema di comunicazione tra i forti con fasci luminosi.

Elaborazione dell'autore (da Bernini 2015).

Figura 29. Forte Pozzacchio, affaccio da una cannoniera sulla Valmorbia. (Foto dell'A., agosto 2016).

Figura 30. Schizzo.

Figura 31. Monte Paterno forcella est ponte sospeso (da ISCAG, Archivio fotografico, Guerra 1915 – 1918. Direzione genio 2° zona 3°armata).

Figura 32. Resti di trincee e baraccamenti sulle Tre Cime del Bondone (TN). (Foto dell'A., Luglio 2017).

Figura 33. Squadra fotografica da montagna, Baraccamenti a Col Quaternà (BL), 10 febbraio 1917. (da ISCAG, Archivio Fotografico, Guerra 1915 – 1918).

Figura 34. Monte Cengio (VI), baraccamenti. (Foto da MRVi).

Figura 35. Monte Grappa (VI), Mulattiera Covolo, 10 dicembre 1918. (da ISCAG, Archivio fotografico, Guerra 1915 – 1918).

Figura 36. Monte Piana (BL), strada. (da ISCAG, Archivio fotografico, Guerra 1915 – 1918).

Figura 37. Pasubio (VI), "El Milanin", la piccola Milano. (da MRVi).

Figura 38. Forte di Bard (AO). Ascensori panoramici per l'accesso alla sommità della rocca.

Figura 39. Forte di Bard (AO). Il sistema dell'accessibilità.

Figura 40. Forte Montecchio Nord di Colico (LC). Il sistema dell'armamento in copertura.

Figura 41, 42, 43. Ortigara, trincea e scala in larice prima e dopo l'intervento di restauro.

8. Bibliografia

- E. Acerbi, *La cattura di Forte Ratti- bugie e verità*, Novale-Valdagno 1998.
- E. Acerbi, *Strafexpedition*, Novale -Valdagno 1992.
- R. Accler, G. Malacarne, *Restauro e allestimento del Werk Colle delle Benne. Scene dal forte*, in *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, a cura di Morena Dallemule, Sandro Flaim, Trento 2014, pp. 119-135.
- P. Ago, *Alcune idee caratteristiche sulla prossima fortificazione permanente*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1915, pp. 341-345.
- P. Ago, *Inconvenienti dell'impiego del cemento armato nelle opere di fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1901, pp. 252-253.
- S. Aita, F. Collotti, G. Pirazzoli, *Guardare senza esser visti. La macchina da guerra incompiuta di forte Pozzacchio*, in *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, a cura di Morena Dallemule, Sandro Flaim, Trento 2014, pp. 136-154.
- G. Albenga, *La nuova tecnica del cemento armato, 1° Evoluzione del cemento armato e criteri generali*, in Atti della società degli ingegneri e degli architetti in Torino (10 agosto 1956), Torino 1956, pp. 289-296.
- A. Alberti, *Testimonianze straniere sulla grande guerra*, Roma 1936.
- F. Amicalre, *Sinossi di fortificazione permanente*, Torino 1955.
- Ancora sugli schizzi panoramici militari*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, Roma 1904, pp. 82-88.
- A. Andreoli, T. Bertè, *Lo sguardo dello Zugna. Recupero e valorizzazione dei siti storici della Prima guerra mondiale, Rileggere e raccontare la grande guerra, in Monumenti. Conoscenza, restauro, Valorizzazione (2009-2013)*, a cura della Provincia autonoma di Trento, Soprintendenza per i Beni culturali, Ufficio Tutela e conservazione dei Beni architettonici, Trento 2013, pp. 515 – 535.
- M. Anselmi, *L'esperienza friulana*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 80-81.

- A. Arlorio, *Cementi italiani*, Milano 1893.
- M. Ascoli, A. Bernasconi, M. Lucarelli (a cura di), *Fortezze e soldati ai confini d'Italia: 18-20 secolo*, Trento 2004
- M. Ascoli, *La guardia alla frontiera*, Roma 2003.
- M. Ascoli, *La guardia alpina alla frontiera*, Roma 2003.
- M. Ascoli, F. Russo, *La difesa dell'arco alpino 1861- 1940*, Roma 1999
- M. Ascoli, M. Russo, *La difesa dell'Arco alpino 1861-1940*, Roma 1999.
- A. Assenza, *Il generale Dallolio e la mobilitazione industriale dal 1915 al 1939*, Roma 2010.
- S. Audoin-Rouzeau, A. Becker , *La violenza, la crociata, il lutto. La Grande Guerra e la storia del Novecento*, Torino 2002.
- M. Augè, *Le temps en ruines*, Paris 2004.
- Azione del gelo sulle malte*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1887, pp. 126-12.
- Azione del gelo sulle malte*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1887, pp. 126-127.
- G. Bachelard, *La poétique de l'espace*, Paris 1957.
- G. Baluffi, *Costruzioni in cemento armato*, Milano 1922.
- V. Barbacovi, S. Flaim, M. Piva, *Restauro dei forti austroungarici trentini. Dal progetto Grande Guerra alla ricorrenza del centenario*, in S. Flaim (a cura di), *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, Trento 2013, pp. 55-72.
- C. Barberis, *Prove di resistenza alla rottura di lastroni di cemento armato*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1900.
- U. Barbisan, *La distruzione di forte Verena*, in «Tecnologos», Giugno 2007.
- E. Barone, *La storia militare della nostra guerra fino a Caporetto*, Roma-Bari 1919.
- L. Barzini, *Al fronte (maggio-ottobre 1915)*, Milano 1915.
- C. Battaino, L. Zecchin, *Patrimonio di guerra. Frammenti di un'architettura necessaria*, in Palma Crespo, Milagros, Gutiérrez Carrillo, M^a Lourdes, García Quesada, Rafael (a cura di), *ReUSO. Sobre una arquitectura hecha de tiempo. Conservación y contemporaneidad*, v. 2, Editorial Universidad de Granada, Granada 2017.

- C. Battaino, L. Zecchin, *Paesaggi di guerra. Re-invenzione di una struttura narrativa in Trentino*, in XVI Convegno Internazionale Interdisciplinare, *Il mosaico paesistico-culturale in transizione: dinamiche, disincanti, dissolvenze*, (Udine, 22-23 Settembre 2011), Milano 2012, pp. 205-214.
- C. Battaino, *"La rigenerazione innovativa delle fortificazioni della Grande Guerra in Friuli Venezia Giulia"* in ARCHITETTIREGIONE, Anno VIII, n. 44, Ottobre 2009, pp. 34-37.
- C. Battaino, *Paesaggi di margine. Architetture progetto per i territori montani fortificati*, in *Paysage Topscape*, in XIII Convegno Internazionale Interdisciplinare. Unicità, uniformità e universalità nella identificazione del mosaico paesistico-culturale, (Aquileia (UD), 18-19 Settembre 2008), Milano, Editore Paysage, 2009, pp. 88-98.
- C. Battaino, *Un progetto ipogeo*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 82-85.
- C. Battaino, *Forti: architettura e progetti*, Rovereto 2006.
- Ian F. W. Beckett, *La prima guerra mondiale 12 punti di svolta*, Torino 2014.
- I. F. W. Beckett, *The Making of the First World War/La prima guerra mondiale*, tr. it. a cura di A. Gibelli, Torino 2013.
- J. J. Becker, *1914. L'anno che ha cambiato il mondo*, Assago 2007.
- G. Bellati, *Le ricognizioni militari*, Roma 1885.
- A. Bellini, *Architettura, uso e restauro*, in *Restauro architettonico: il tema dell'uso*, a cura di N. Pirazzoli, Ravenna 1990, pp. 17-42.
- W. Belotti, *Le batterie corazzate. I sistemi difensivi e le grandi opere fortificate in Lombardia tra l'Età Moderna e la Grande Guerra*, s.l. 2009
- W. Belotti, *Dallo Stelvio al Garda alla scoperta dei manufatti della prima guerra mondiale*, voll. I-II, Breno (Brescia) 2004.
- W. Belotti, *Le testimonianze della Grande Guerra nel settore bresciano del Parco Nazionale dello Stelvio*, Sondrio 2002.
- W. Belotti, *La Grande Guerra sulle montagne lombarde della Valle Camonica - Escursioni Storiche*, Bormio (Sondrio) 2000.
- W. Belotti, J. Ceruti, *Il forte italiano del Corno d'Aola*, in «Aquile in guerra», n. 5, 1997.

- W. Belotti, *I sistemi difensivi e le grandi opere fortificate in Lombardia tra l'Età moderna e la Grande Guerra. Le batterie corazzate*, Brescia 2009.
- W. Belotti, G. Magrin, G. Peretti, *Il Sentiero della Pace in Lombardia*, Bormio (Sondrio) 1999.
- R. Bencivenga, *La sorpresa strategica di Caporetto*, Udine 1998.
- R. Bencivenga, *La campagna del 1916. La sorpresa di Asiago e quella di Gorizia*, Udine 1998.
- R. Bencivenga, *La campagna del 1917. La scalata della Bainsizza. Verso la crisi dell'autunno del 1917*, Roma 1937.
- R. Bencivenga, *La campagna del 1915*, Roma 1933.
- R. Bencivenga, *Il periodo della neutralità*, Roma 1930.
- W. Benjamin, *Di alcuni motivi in Baudelaire*, in *Angelus Novus. Saggi e frammenti*, Torino 1995.
- W. Benjamin, *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, trad. italiana di Enrico Filippini, Torino 1966.
- L. Bennati, *La fotografia nelle sue applicazioni militari*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1892, pp. 55-62.
- M. Bergamo, A. Iorio (a cura di), *Strategie della memoria. Architettura e paesaggi di guerra*, (Quaderni della Ricerca del Dipartimento di Culture del Progetto_IUAV), Roma 2014.
- P. Berinari, *La guerra in montagna: filosofia, principi e tecniche, con riferimento alle operazioni della Prima Guerra Mondiale nel Bresciano*, Brescia 1988.
- R. Bernini, *Il Patrimonio storico della Prima guerra mondiale. Progetti di tutela e valorizzazione a 14 anni dalla legge del 2001*, Roma 2015.
- T. Bertè, *La fotografia panoramica militare*, in *La montagna veneta. Foto panoramiche della Grande Guerra 15- 18*, a cura di G. De Donà, W. Musizza, M. Rech, T. Bertè, Feltre (BL) 2006, pp. 13-24.
- T. Bertè, A. Zandonati, *Il fronte immobile*, Rovereto 2000.
- P. Bertinaria, *Lo stanziamento dell' esercito italiano in età liberale, 1869- 1910*, in *Esercito e città dall'Unità agli anni Trenta*, Atti del convegno nazionale di studi, Spoleto 11- 14 maggio 1988, a cura di Antonelli Giovanni, Roma 1989.
- A. Bettega, *Grande Guerra in Val di Fiemme- Fassa e Biois*, Valdagno 2010

- A. Biagini, R. Daniel, *Italia e Svizzera durante la Triplice Alleanza*, Roma 1991.
- G. Biancardi, *Le fortezze e l'assedio*, in «Rivista di Artiglieria e Genio» vol. II, 1890, pp. 179-200.
- B. Bianchi, *La grande guerra nella storiografia italiana dell'ultimo decennio*, in «Ricerche Storiche», a. XXI, n. 3, settembre-dicembre 1991, pp. 693-745.
- G. Bianchi, *Neutralismo elvetico (1814-1944). Vicende problemi documenti testi*, Milano 1974, pp. 12-13.
- Bibliografia italiana di storia e studi militari 1960-1984*, a cura di Giorgio Rochat, Piero Del Negro e Filippo Frassati, Milano 1987.
- F. Bonelli, *Lo sviluppo di una grande impresa in Italia. La Terni dal 1884 al 1962*, Torino 1975.
- M. Borgatti, *Storia dell'Arma del Genio: dalle origini al 1914*, Roma 1928-1930.
- M. Borgatti, *Fortificazione permanente contemporanea*, parte 1° e 2°, Torino 1898.
- M. Boriani, L. Scazzosi, *Natura e architettura: la conservazione del patrimonio paesistico*, Milano 2005.
- F. Botti, *Il pensiero militare e navale italiano dalla rivoluzione francese alla prima guerra mondiale (1789-1915)*, vol. III, tomo I, Roma 2006.
- F. Botti, *Dalla cittadella del secolo XVI alla "linea Maginot" francese del 1940: alcuni esempi del legame tra fortificazione e realtà politico-sociale*, in Carla Sodini (a cura di), *Frontiere e fortificazioni di frontiera. Atti del seminario internazionale di studi* (Firenze-Lucca, 3-5 dicembre 1999), Firenze 2001, pp. 219-227.
- F. Botti, *La logistica dell'esercito italiano 1831-1981*, Roma 1995.
- M. A. Breda, *Luoghi e architetture della Grande Guerra in Europa: i sistemi difensivi dalle teorizzazioni di Karl von Clausewitz alla realtà della Prima Guerra Mondiale*, Oxford 2012.
- H. A. Brialmont, *La defens des Etats et la fortification à al du XIX siècle*, Bruxelles 1895.
- H. A. Brialmont, *Les régions fortifiées*, Bruxelles 1890.
- H. A. Brialmont, *Situation actuelle de la fortification*, Gand 1890.
- H.A. Brialmont, *L'influence du tir plongeant et des obus torpilles sur la fortification*, Bruxelles 1888.
- H. A. Brialmont, *La fortification du temps prèsent*, Bruxelles 1885.

- H. A. Brialmont, *Études sur la défense des États et sur la fortification*, Bruxelles 1863.
- A. Brugioni, M. Saporiti, *Manuale delle ricerche nell' Ufficio Storico dello Stato Maggiore dell'Esercito*, Roma 1989.
- A. Brugioni, *Piani Strategici alla vigilia dell'intervento nel primo conflitto mondiale*, in «Studi Storico - Militari 1984», Roma 1985, pp. 273-274.
- B. Bruschi, *La grande guerra nella storiografia italiana dell'ultimo decennio*, in «Ricerche storiche», n. 3, Napoli 1991, pp. 693-746.
- M. Busana, G. Di Vecchia, M. Gasparetto (a cura di), *I sentieri della Grande Guerra. Memorie in quota. Itinerari tra storia, letteratura, escursioni*, Milano 2014.
- F. Cabrio, *Pasubio 1915-1918. Salvare la memoria*, Valdagno 2008.
- L. Cadorna, *La guerra alla fronte Italiana*, Milano 1934.
- Calcestruzzi antichi e moderni: storia, cultura e tecnologia*, Atti del Convegno di studi, (Bressanone, 6-9 luglio 1993), a cura di Guido Biscontin e Daniela Mietto; organizzato dall'Università di Padova, Dipartimento chimica inorganica metallorganica analitica.
- G. Campanella, *Costruzioni in cemento armato*, Napoli 1911.
- N. Canetta, *Grosio e la Grande Guerra. Dieci escursioni alla ricerca di strade, postazioni e trincee della 2" linea di difesa nel territorio grosino*, Villa di Tirano (Sondrio) 2004.
- N. Canetta, G. Corbellini, *Escursioni tra fortificazioni e trincee in alta Valtellina*, Torino 1996.
- N. Canetta, *Sui Sentieri della Grande Guerra in Valtellina*, Torino 1996.
- S. Canevazzi, *Ferrocemento, cemento armato, smalto cementizio armato, formule di elasticità e resistenza*, Torino 1904.
- F. Cappellano, *Piani di Guerra dello Stato Maggiore Italiano contro L'Austria-Ungheria (1861-1915)*, Novale-Valdagno (VI) 2014.
- F. Cappellano, *L'artiglieria austro-ungarica nella grande guerra*, Novale-Valdagno (VI) 2008.
- F. Cappellano, *L'Imperial regio Esercito austro-ungarico sul fronte italiano 1915-1918. Dai documenti del servizio informazioni dell'Esercito Italiano*, Rovereto 2002.
- A. Caracciolo, *La formazione della grande industria durante la Prima guerra mondiale*, Milano 1967.
- G. Carbonara, *Restauro dei Monumenti. Guida agli elaborati grafici*, Napoli 1990.

- V. Carrara, M. Favero, *Le Montagne dei Forti. Paesaggi alpini e architettura militari nell'Alta Valle del Chiese 1859-2014*, Trento 2015.
- G. F. Cartei (a cura di), *Convenzione europea del paesaggio e governo del territorio*, Bologna 2007.
- A. Cascino, *Artiglierie fisse e artiglierie mobili. Proposta per l'utilizzazione dei cannoni da 149A sotto corazza per batterie mobili*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1914, pp. 305-315.
- A. Cassi Ramelli, *Dalle caverne ai rifugi blindati. Trenta secoli di architettura militare*, Milano 1964.
- S. Cassinelli, *Forte Montecchio. Baluardo tra Alto Lario e Valtellina*, Varese 2002.
- V. Castronovo (a cura di), *L'Ansaldo e la Grande guerra 1915-1918*, Bari 1997.
- A. Cavaciocchi, F. Santangelo, *Le istituzioni militari del Regno d'Italia*, Torino 1906.
- C. Caveglia, *Piattaforma in cemento armato per fondazioni*, Roma 1906.
- C. Caveglia, *Solai in Cemento Armato. Composti di elementi tubolari*, Roma 1905.
- C. Caveglia, *Carichi di prova da adattarsi a saette d'inflessione ammissibile per i solai in C.A.*, Roma 1903.
- C. Caveglia, *Solai in cemento armato. Ricerca delle composizioni più economiche*, Roma 1903.
- C. Caveglia, *Sulla teoria delle travi e dei lastroni in C.A. caricati dai pesi*, Roma 1900.
- J. Ceruti, *Guerra Bianca in Adamello, Guida al Museo*, Milano 1990.
- R. P. Christophe, *Le béton armé et ses applications*, Parigi 1902.
- P. Cimbolli Spagnesi, *Enrico Rocchi Ingegnere Militare e Storico*, in «Quaderni dell'Istituto di Storia dell'Architettura», 2007, 44-50, pp. 268-272.
- S. Ciranna, G. Doti, M. L. Neri, *Architettura e città nell'Ottocento. Percorsi e protagonisti di una storia europea*, Roma 2015.
- Circa la caduta della copertura di cemento armato del grande serbatoio d'acqua di Madrid*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1907, pp. 329-333.
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici, *Prescrizioni normali per l'esecuzione delle opere di cemento armato*, 10 gennaio 1907, bollettino n. 5, pubblicata sulla G.U. del Regno del 2 febbraio 1907.
- G. Cirincione, *Lezione di fortificazione permanente, parte 3ª, La fortificazione in montagna*, in «Accademia militare di artiglieria e genio», Torino 1925.

G. Cirincione, *Considerazioni e deduzioni tratte dal comportamento delle opere permanenti sulla fronte trentina durante la grande guerra*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1923, pp. 140-172.

F. Collotti, *La macchina da guerra incompiuta*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 69-75.

F. Collotti, G. Pirazzoli, *Restauro e recupero della fortezza ipogea austro-ungarica Forte Pozzacchio/Werk Valmorbia (Trento)*, in «Casabella», n. 863-864, luglio-agosto 2016, pp. 57-64.

F. Conti, V. Hybsch, A. Vincenti, *I castelli della Lombardia*, vol. IV, Novara 1993.

Comitato Onoranze per Arturo Danusso (a cura di), *La scienza e lo spirito negli scritti di Arturo Danusso*, Brescia 1978.

Comando superiore d'aeronautica (a cura di), *Norme tecniche e d'impiego del servizio fotografico terrestre ed aereo*, s.l. 1918.

Commissione Italiana di Storia Militare, *Il convegno nazionale di storia militare*, a cura di Biagini Antonello, Alberini Paolo, Roma 2001.

Comunità Montana Sette Comuni, *Forte Verena, relazione illustrativa*, in *Progetto per la tutela del patrimonio storico della prima guerra mondiale sugli altopiani Vicentini*, Roana 2006.

Condizioni Generali per l'appalto dei Lavori del Genio Militare, Savona 1901.

Confine orientale e strategia difensiva prima della grande guerra, a cura di De Cillia Antonio, Udine 1997.

Convenzione europea del paesaggio e governo del territorio, a cura di G.F. Cartei, Bologna 2007.

R. Corbetta, *Le fortificazioni della linea Cadorna tra il Lago Maggiore e Ceresio*, Varese 1998.

U. Corsini, *Lo stato degli studi sulla guerra 1915- 1918 con particolare riferimento alle questioni attinenti al Veneto*, in «Istituto per la Storia del Risorgimento Italiano», Comitato di Venezia, Atti del convegno regionale Veneto sulla Prima guerra mondiale, Venezia 1968, pp. 12-20.

L. Cortelletti, *Grande Guerra. La dura Trincea*, Valdagno 2014

L. Cortelletti, *Forte Verena*, in «Uniformi ed armi», n. 41, 1994, pp. 34-40

- D. Cosgrove, *Social Formation and Symbolic Landscape*, Madison 1990.
- R. Covino, G. Papuli, *Le acciaierie di Terni*, Milano 1998.
- C. Crema, *La fotografia aerea applicata al rilievo del terreno*, Roma 1902.
- L. Cremonesi (a cura di), *Sui sentieri della Grande Guerra*, Corriere della Sera, Milano 2016.
- A. Cristofari, *Il venticinquemila durante la Grande Guerra*, in «la Cartografia», n. 17, giugno 2008, pp. 31-37.
- A. Curami (a cura di), *L'artiglieria italiana nella grande guerra*, Valdagno 2008.
- M. Dallavalle, M. Favero, *Forte Corno. Paesaggio in Trasformazione*, in *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, a cura di Morena Dallemule, Sandro Flaim, Trento 2014, pp. 168-185.
- M. Dallemule (a cura di), *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, Trento 2014.
- G. Delhumeau, *Hennebique, lès architectes et la concurrence*, in «Les cahiers de la recherche architecturale», 29, 1992, pp. 42-43.
- De Angelis, *Questioni relative all'organizzazione difensiva degli sbarramenti alpini. Lo studio di una batteria permanente*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, Roma 1898, pp. 163-184.
- C. De Antoni, A. Guidetti, *Studi di opere di fortificazione di Montagna*, Torino 1900, pp. 29-50.
- A. De Cillia, *La difesa del confine orientale nei giornali friulani, prima della guerra*, in *Confine Orientale e strategia difensiva prima della grande guerra*, a cura di De Cillia Antonio, Udine 1997.
- G. De Donà, W. Musizza, *Le fortificazioni del Cadore (1904-1918)*, vol. II, *Il forte di M. Tudaio*, Udine 1987.
- V. De Lutti, *La questione austro-Balcanica e l'Italia*, Roma 1897.
- G. De Mori, *Vicenza nella guerra 1915 - 1918*, Vicenza 1997.
- L. De Nes, R. Zanolli, *Forti e trincee*, vol. II, Sant'Urbano 2014, pp. 141-142.
- L. De Rizzo, M. Pietrobon, *Due culture a confronto: le fortificazioni della grande guerra*, tesi di laurea, relatore Umberto Barbisan, corrl.ri C. Bevilacqua, N. Benetazzo, Università IUUV di Venezia, Venezia, 1997-1998.
- Wolfgang Alexander Do'ezal, *I Forti Dimenticati: la linea italiana di difesa tra Val Brenta e Val Cismon e i combattimenti del tardo autunno 1917. Monte Lisser; Tagliata*

Tombion; Tagliata della Scala di Primolano; Tagliata delle Fontanelle; Cima di Campo; Cima di Lan; Covolo di San Antonio, Feltre 1999.

Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n.42, *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*.

P. Del Negro, *Guida alla storia militare italiana*, Napoli 1997

M. C. Dentoni, *Annona e consenso in Italia: 1914-1919*, Milano 1995.

Decreto Ministeriale 4 ottobre 2002, *Tutela del patrimonio storico della Prima guerra mondiale*, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 283 del 3 dicembre 2002.

P. Di Girolamo, *Produrre per combattere: operai e mobilitazione industriale a Milano durante la Grande Guerra 1915-1918*, Napoli 2002.

B. Di Martino, F. Cappellano, *La Grande guerra sul fronte Dolomitico*, Torino 2007.

B. Di Martino, *Spie Italiane contro forti austriaci*, Valdago 2002.

B. Di Martino, *Trincee- Reticolati e Colpi di mano nella grande guerra*, Torino 2000.
Disposizioni in vigore e metodi in uso del genio militare francese per il calcolo delle costruzioni in cemento armato, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1904, pp. 413-420.

M. Docci, *La tecnica del rilevamento*, in ID. (a cura di), *Strumenti didattici per il rilievo. Corso di strumenti e metodi per il rilevamento dell'architettura*, Roma 2000.

M. Docci, D. Maestri, *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Bari 1994.

F. Doglioni, *Nel restauro. Progetti per le architetture del passato*, Venezia 2011.

A. Dolezal Wolfgang, *I forti dimenticati. La linea italiana di difesa tra Val Brenta e Val Cismon e i combattimenti del tardo autunno 1917*, Feltre 1999.

D. Donghi, *Prove statiche e dinamiche di solai di calcestruzzo armato cementizio del sistema Hennnebique*, in «L'Edilizia Moderna», n. 1, 1899.

L. Dubois, *Lafarge Coppée, 150 ans d'industrie*, Parigi 1988.

Ecomuseo Grande Guerra Prealpi Vicentine (a cura di), *Maso, Enna, Campomolon, Casa Ratti. Forti dello sbarramento Agno-Astico-Posina*, Schio 2014.

Ecomuseo Grande Guerra Prealpi Vicentine (a cura di), *Interrotto, Verena, Campolongo, Corbin, Lisser, Coldarco. Forti dell'Altopiano*, Schio 2014.

Effetti dell'esplosione su volta "a prova" della piazza di Palmanova prodotti da proietti da 15 carichi di polvere e da cilindri dello stesso calibro carichi di fulmicotone, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1884, tav. 6.

C. D. Elliott, *Thecnics and architecture: the development of materials and systems for buildings*, Cambridge-Londra 1992.

Enciclopedia italiana di scienze lettere ed arti, Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani, Roma 1936.

Enciclopedia militare, vol. 6, Roma 1933.

M. Ermacora, *Cantieri di guerra. Il lavoro dei civili nelle retrovie del fronte italiano (1915-1918)*, Bologna 2005.

«*Experiences de Bukarest, Extrait du rapport de la commission Néerlandaise*», Bruxelles 1886, in «*Rivista di Artiglieria e Genio*», vol. II, 1888, pp. 42-43.

Esperimenti sulla resistenza delle pietre alla flessione, in «*Rivista di Artiglieria e Genio*», vol. II, 1887, pp. 83-113.

Esperimenti di tiro contro installazioni corazzate, in «*Rivista di Artiglieria e Genio*», vol. II, 1910, pp. 490 – 498.

C. Fabbro, *Sentiero della Pace. Viaggio nella memoria del territorio Guerra 1915-18*, Trento 1997.

Fabrication du ciment Portland artificiel. Usine de Frangey, in Turgan, *Les grandes usines. Revue périodique des arts industriels*, t. XVII, Parigi 1885.

P. Faccio, *Forte Dossaccio. Memorie di morte e simboli di vita, dal progetto alla realizzazione*, in *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, a cura di Morena Dallemule, Sandro Flaim, Trento 2014, pp. 154-167.

E. Faldella, *La grande guerra*, voll. I-II, *Le battaglie dell' Isonzo 1915-1917*, Milano 1965.

A. Faleschini, *La difesa di monte Festa*, Udine 1941.

A Faleschini, *La fortezza di Osoppo nella storia*, Congresso della Società filologica friulana, Osoppo 3 ottobre 1948, Convegno della Deputazione di storia patria per il Friuli, Osoppo, 21 settembre 1958.

A. Fara, *Luigi Federico Menabrea e la difesa dello Stato unitario 1864-1873. Organizzazione del territorio e architettura militare*, in «*Città e Storia*», IV, 2009, pp. 319-334.

A. Fara, *La città da guerra*, Torino 1993.

S. Faulks, *Il canto del cielo*, Milano 2012.

- D. Fava, *La Grande Guerra sul fronte tra il Garda e Ledro*, 2° ediz., Arco (Trento) 2000.
- M. Favero, C. Micheletti, *Ricomporre la rovina. Il forte di Cadine*, in M. Dallemule, S. Flaim (a cura di), *Il recupero dei forti austroungarici trentini*, Trento 2013, pp. 103-118.
- M. Favero (a cura di), *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, Rovereto 2008.
- M. Favero, *Verso il forte di montana*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 40-47.
- B. Fenoglio, *Un Fenoglio alla prima guerra mondiale*, Torino 2014.
- P. Ferrari, *Verso la guerra. L'Italia nella corsa agli armamenti 1884-1915*, Novale-Valdagno 2003.
- G. Ferreri, *Fortificazioni permanenti in montagna*, in «Rivista Militare Italiana», n. 12, 1928, pp. 2013-2045.
- G. Ferreri, *Ricoveri di montagna*, Torino 1923.
- C. Fettarappa Sandri, *La Guerra sotto le stelle - Episodi di guerra alpina: Stelvio-Ortler-Cevedale-San Matteo (1915-1918)*, ristampa anastatica, Chiari (Brescia) 1995.
- G. Figari, *Studio sulla resistenza elastica delle costruzioni a base di cemento con ossatura metallica*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1898, pp. 5-47.
- A. Fiorani, *La fortificazione attraverso i tempi*, in «Bollettino dell'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio», n. 50-51, Roma 1955, pp. 149-182.
- A. Fiorani, *Sinossi di fortificazione permanente*, Torino 1955.
- D. Fiorani, *Restauro architettonico e strumento informatico. Guida agli elaborati grafici*, Napoli 2004.
- A. M. Fiore, *La monumentalizzazione dei luoghi teatro della Grande Guerra. Il sacrario di Redipuglia di Giovanni Greppi e Giannino Castiglioni*, in «Annali di architettura», 15, 2003, pp. 233-248.
- F. Fiorino (a cura di), *La memoria del dolore: il restauro dei forti della Grande Guerra: metodo e progetti*, Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici per le Province di Venezia, Belluno, Padova e Treviso, Venezia 2011.

- G. Fioroni, *La Valle di Ledro nella Prima Guerra Mondiale 1915-1918*, Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto (a cura di), Trento 1993.
- A. Flocchini, *Il forte di Oga*, in «Militaria. Il mensile del collezionista», a. 2, n. 7, gennaio 1994, pp. 13-14.
- A. Flocchini, *Il forte Montecchio di Colico: l'unico superstite della Grande Guerra*, in «Rivista Storica», n. 10, 1994, pp. 62-67.
- A. Flocchini, *Bibliografia sulle fortificazioni moderne*, Milano 1993.
- I. Flores, *Memorie e riflessioni di guerra*, Bergamo 1932.
- J. Fontana, *Il Tirolo storico nella prima guerra mondiale 1914- 1918*, Bolzano 2000.
- N. Fontana, *Progetti, cantieri e realizzazioni (1860-1914)*, in *Le montagne dei forti. Paesaggi alpini e architetture militari nell'alta Valle del Chiese 1859-2014*, V. Carrara, M. Favero (a cura di), Trento 2015.
- N. Fontana, *La regione armata. Le fortificazioni austroungariche in Trentino*, in M. Cunaccia, M. Dallemule, C. Betti (a cura di), *Monumenti. Conoscenze, restauro e valorizzazione 2003-2008*, Trento 2013, pp. 311-321.
- V. Foramitti, *I monumenti friulani fra impero austriaco e Regno d'Italia*, in *La conservazione dei monumenti e delle opere d'arte in Friuli nell'Ottocento*, a cura di G. Perusini e R. Fabiani, Udine 2014, pp. 97-139.
- V. Foramitti, *Paesaggi di guerra e geografia militare in Friuli Venezia Giulia*, in *Paesaggi di Guerra. Memoria e progetto*, a cura di A. Quendolo, *Paesaggi di guerra. Memoria e progetto*, Udine 2014, pp. 111-128,
- A. Fornari, *La Grande Guerra sul Fronte Dolomitico*, Seren del Grappa a Montebelluna 2014.
- A. Forrer, *Guida lungo la fronte austro ungarica e italiana*, Trento 1990.
- A. Frescura, *Diario di un imboscato*, Milano 1981.
- W. Fritz, *Das Ende einer Armee /Tappe della disfatta*, Vienna 1933 (tr. it. a cura di Renzo Segàla, Milano 1965; ristampa 2004).
- W. Fritz, *Tappa della disfatta*, Milano 1978.
- D. Fromkin, *L'ultima estate dell'Europa. Il grande enigma del 1914: perché è scoppiata la Prima guerra mondiale?*, Milano 2013.
- G. Fuà (a cura di), *Lo sviluppo economico in Italia. Storia dell'economia italiana negli ultimi cento anni*, Milano 1975.

- P. Fussell, *La Grande Guerra e la memoria moderna*, Bologna 1984.
- C. E. Gadda, *Giornale di guerra e di prigionia. Con il «Diario di Caporetto»*, Milano 2002.
- C. E. Gadda, *Giornale di guerra e di prigionia*, in ID., *Saggi giornali favole e altri scritti*, II, a cura di Claudio Vela, Gianmarco Gaspari, Giorgio Pinotti, Franco Gavezzeni, Dante Isella, Maria Antonietta Terzoli, Milano 1992.
- I. Galifi, *Guida ai forti, trincee e musei all'aperto. Bolzano-Trento-Belluno*, Treviso 2017.
- U. Galimberti, *Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica*, Milano 2000.
- C. Galli, *Indicazioni ed elaborati grafici per il progetto di restauro architettonico*, Napoli 2009.
- F. Garau, A. Garau, *Forti. Rocche e Castelli della Provincia di Verona*, Verona 1994
- D. Gariglio, M. Minola, *Le fortezze delle Alpi occidentali*, Cuneo 1994
- A. Gasca, *Il problema della difesa e la sua soluzione*, Torino 1925.
- M. P. Gatti, *La progettazione e la costruzione delle opere di difesa lungo il fronte meridionale asburgico in Trentino*, in «Storia Urbana», XXXVIII, n. 149, 2015, pp. 9-38.
- M. P. Gatti, *Edilizia Militare: dalla dismissione al riuso. Il caso studio di Bolzano in Giorgio Mezzalana, Fabrizio Miori, Giovanni Perez, Carlo Romeo (a cura di), Dalla liberazione alla ricostruzione Alto Adige/ Suedtirolo*, Bolzano 2013, pp. 211-230.
- M. P. Gatti, *Il processo edilizio nell'Ottocento: sperimentazione e innovazione*, in F. Marzatico, M. Nuccio (a cura di), *Conoscenza e valorizzazione dei paesaggi trentini*, SAP Società Archeologica s.r.l., Mantova 2013, pp. 85-96
- M. P. Gatti, *"La città militare di Trento: costruzione, dismissione, riuso."* in F. Storelli (a cura di), *Architetture militari e città*, Roma 2012, pp. 187-267.
- C. Geloso, *Il primo anno di guerra*, Milano 1934.
- C. Geloso, *Note di fortificazione permanente*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. V, 1927.
- C. Gerosa, *Le fortificazioni sulla via del Brennero*, Annali del Museo storico italiano della guerra n. 1-2 (1992/93), 1992-1993, Rovereto 1994.
- M. Giancotti, *Paesaggi del trauma*, Milano 2017.

- G. Gianni, *Preparazione dei mezzi cartografici per l'impiego dell'artiglieria d'assedio*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1915, pp. 40-55.
- A. Gibelli, *L'officina della Guerra. La Grande Guerra e le trasformazioni del mondo mentale* (1991), III ed. accresciuta, Torino 2007.
- A. Gibelli, *Storici italiani e storiografia internazionale della Grande Guerra: un bilancio, Una trincea chiamata Dolomiti*, a cura di Franzina Emilio, Udine 2003
- L. Gigli, *La guerra in Valsabbia nei resoconti di un inviato speciale maggio-luglio 1915*, Brescia 1982.
- A. Gionfrida, *Le fonti archivistiche relative alla Prima Guerra Mondiale conservate presso l'Ufficio storico*, in «Studio Storico-Militari», Roma 1998.
- L. Girotto: *Forte Tombion. La Sentinella del Canal di Brenta. Storia ed immagini per la visita alla più antica tra le opere permanenti della "Fortezza Brenta-Cismon"*, Scurelle 2008.
- L. Girotto: *I forti di Primolano: un "Giano bifronte" - tagliata della Scala e tagliata delle Fontanelle: due fortezze, un unico scopo: storia ed immagini per la visita al più imponente complesso fortificato dello "sbarramento Brenta-Cismon"*, Scurelle 2010.
- L. Girotto, *La lunga trincea*, Valdagno 2008.
- L. Girotto, *1866 - 1918 soldati e fortezze tra Asiago e il Grappa. Storia ed immagini dello «sbarramento Brenta-Cismon» dal Risorgimento alla prima guerra mondiale*, Novale (VI) 2002.
- J. Gooch, *Esercito, Stato e società in Italia 1870-1915*, Milano 1994.
- J. Gooch, *L'Italia contro la Francia: i piani di guerra difensivi ed offensivi 1870-1914*, in «Memorie Storico-Militari 1980», Roma 1980.
- A. Gransinigh, *L'apparato difensivo permanente in Friuli e il suo utilizzo nel corso della grande guerra*, in A. De Cillia (a cura di), *Confine Orientale e strategia difensiva prima della grande guerra*, Udine 1997.
- A. Gransinigh, *La guerra sulle alpi Carniche e Giulie*, Aquileia (UD) 1994.
- T. Griffero, *Atmosferologia. Estetica degli spazi emozionali*, Bari 2010.
- L. Grosso, *Fortificazione permanente*, in «Bollettino dell'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio», n. 38, 1952.
- A. Gualtieri, *Le battaglie di Ypres. Il saliente più conteso della grande guerra*, Fidenza 2011.

- Guida ai forti italiani e austriaci degli Altipiani*, Novale- Valdagno 1994.
- Guida alla storia militare italiana*, a cura di Del Negro Piero, Napoli 1997.
- A. Guidetti, *Per l'inviolabilità del nuovo confine nord orientale dell'Italia*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1923, pp. 222-258.
- A. Guidetti, *Studio della trasformazione delle installazioni a pozzo tipo S in casamatte girevoli della fortificazione odierna*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1920, pp. 172-195.
- A. Guidetti, *La fortificazione permanente*, Torino 1913.
- C. Guidi, *L'associazione italiana per gli studi sui materiali da costruzione 1903-1937*, Roma 1940.
- C. Guidi, *Proposta di modificazioni alle prescrizioni normali per l'esecuzione delle costruzioni in cemento armato*, Roma 1914.
- A. Hallier, *Miscellanea-Inconvenienti dell'impiego del cemento armato nelle opere di fortificazione*, in «Rivista di artiglieria e genio», vol. I, 1901, pp. 252-254.
- E. Hemingway, *Addio alle armi*, Milano 2011.
- E. Hennebert, *Frontière de France*, Paris 1888.
- I. Hoog, *Storia delle fortificazioni*, Novara 1985.
- Idee e proposte russe relative allo stato attuale della fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1890, pp. 428-443.
- Il cemento armato nella fortificazione improvvisata (di E. Stettner)*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1908, pp. 492-503.
- Il servizio fotografico nella Grande Guerra*, in *La Grande Guerra sul fronte italiano. Dalle immagini del Servizio fotografico militare*, a cura di Stato Maggiore dell'Esercito, Ufficio Storico, Roma 2006.
- Il Quadrilatero: nella storia militare, politica, economica e sociale dell'Italia risorgimentale*, Verona 1967.
- T. Iori, *Il cemento armato in Italia dalle origini alla Seconda guerra mondiale*, Roma 2001.
- A. Iorio, C. Pirina, *Infrastrutture della memoria*, in «Progetto Re-Cycle», maggio 2015.
- S. Isgrò, *A memoria del paesaggio di guerra. Fortificazione campale e camouflage*, Canterano (RM) 2018.

- S. Isgrò, *Il sistema di fortificazione austroungarico nelle ricognizioni dello Scacchiere Orientale*, Roma 2017.
- M. Isnenghi, G. Rochat, *La grande guerra 1914- 1918*, Firenze 2000.
- M. Isnenghi, *Il mito della grande guerra*, Bologna 1989.
- Ispettorato dell'Arma del Genio (a cura di), *L'arma del Genio nella Grande Guerra*, Roma 1940.
- Istituto Geografico Militare (a cura di), *Norme topografico-militari ad uso degli ufficiali ricognitori e rilevatori*, Firenze 1912.
- V. Jacobacci, *La piazzaforte di Verona sotto la dominazione austriaca 1814-1866*, Verona 1980.
- M. Jakob, *Il paesaggio*, Bologna 2015.
- A. F. Jorini, *Impiego del ferro nelle strutture murarie*, in «L'Edilizia Moderna», II, 1893, pp. 36 - 42.
- E. Jünger, *Nelle tempeste d'acciaio*, Milano 1995.
- J. Keegan, *La Prima guerra mondiale. Una storia politico-militare (1998)*, tr. it. a cura di F. Maiello, Roma 2000.
- L. Klick, *Sistema Monier di costruzioni in cemento e ferro*, in «L'industria», n. 3, 1888, pp. 734-745.
- A. Kozlovic, *Storia fotografica della Grande Guerra*, Valdagno (VI) 2008.
- La direzione, *Consuntivo... e preventivo*, in «Il Cemento», III, n. 12, dicembre 1906, p. 306.
- P. D. La Rochelle, *La commedia di Charleroi*, Roma 2014.
- La storiografia militare italiana negli ultimi venti anni*, a cura di Giorgio Rochat e Piero Del Negro, Milano 1985.
- N. Labanca, *Caporetto. Storia di una disfatta*, Firenze 1997.
- A. Lamberti, *Glossario ragionato*, in *Le montagne dei forti Paesaggi alpini e architetture militari nell'alta Valle del Chiese 1859-2014*, a cura di V. Carrara e M. Favero, Trento 2014, pp. 138-143.
- F. Larcher, *Le sentinelle del regno*, Novale-Valdagno 1998.
- L'artiglieria italiana nella grande guerra*, a cura di Curami Andrea, Massignani Alessandro, Novale- Valdagno 1999.
- L. Lastrico, *L'Arma del Genio nella Grande Guerra 1915-1918*, Roma 1940.

Le costruzioni in ferro e cemento del sistema Monier, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1890, pp. 75-104.

Le fonti per la storia militare italiana in età contemporanea, Roma 1993.

Le nuove norme inglesi sulle costruzioni in cemento armato, in «Il cemento», 20, 1911, pp. 349 - 353.

E. J. Leed, *Terra di nessuno. Memoria bellica e identità personale nella prima guerra mondiale*, Bologna 2014.

N. Lefort, *La protection des monuments historiques en Alsace pendant la Grande guerre (1914-1919): enjeux, organisation, réalisations / La protezione dei monumenti storici in Alsazia durante la Grande guerra (1914-1919): sfide, organizzazione, realizzazioni*, in «Storia Urbana», XXXVIII, n. 149, 2015, pp. 139-161.

Legge 7 marzo 2001, n. 78 “Tutela del patrimonio storico della Prima guerra mondiale”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 75 del 30 marzo 2001.

E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, tr. it. a cura di E. Rocchi, vol. II, Roma 1899.

D. Leoni, *La guerra verticale. Uomini, animali e macchine sul fronte di montagna. 1915-1918*, Torino 2017.

K. Lewin, *Kriegslandschaft /Paesaggio di guerra (1917)*, tr. it. a cura di Raffaele Scolari, Sesto San Giovanni (Mi) 2017.

T. Liber, U. Leitempergher, A. Kozlovic, *1914-1918 La Grande Guerra sugli altipiani e sugli altri fronti di guerra*, Valdagno 1988.

L'ingegneria civile e le arti industriali. (Torino gennaio 1875, n. 10 del 1906, mensile, poi quindicinale, con scritti di C. Guidi e M. Panetti; direttore G. Sacheri; dal 1906 prende il titolo *L'ingegneria civile e industriale: rivista tecnica*).

F. Lo Forte, *Ancora il ferro nella fortificazione (a proposito di un libro del generale Brialmont)*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1888, pp. 5-61.

F. Lo Forte, *Esperienze sui calcestruzzi*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1888, pp. 191-237.

E. L. Longo, *L'archivistica privata quale fonte documentale per la storiografia militare italiana contemporanea*, in *Le fonti per la storia militare italiana in età contemporanea*, Roma 1993.

- A. Loperfido, *Rappresentazioni topografiche per gli usi d'artiglieria*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1920, pp. 21-33.
- R. Luraghi, *L'ideologia della guerra industriale 1861-1945*, in «Memorie Storico-Militari 1980», 1981, pp. 169-192.
- R. Luraghi, *Il saliente trentino nel quadro strategico della prima guerra mondiale*, in *La prima guerra mondiale e il Trentino*, a cura di Benvenuti Sergio, Rovereto 1980.
- M. MacMillan, *1914. Come la luce si spense sul mondo di ieri*, Milano 2013.
- G. Madaschi, *Sunto descrittivo del materiale d'artiglieria italiano*, Torino 1916.
- L. Maglietta, *Gl'insegnamenti della grande guerra*, Roma 1931
- G. Magrin, *La Battaglia più alta della storia - Punta San Matteo nel Gruppo Ortles-Cevedale*, Navale (Vercelli) 1994.
- G. Malacarne, *Forte Colle delle Benne (Levico Terme)*, in «Casabella», n. 881, gennaio 2018, pp. 42-51.
- G. Malacarne, *Scene dal forte*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 61-67.
- L. Malatesta, *I forti della grande guerra. Le opere italiane ed austriache protagoniste della guerra dei forti (1915-1917)*, Varese 2015
- L. Malatesta, *Il dramma di forte Verena. 12 Giugno 1915*, Trento 2005.
- L. Malatesta, *La guerra dei forti. Dal 1870 alla grande guerra le fortificazioni italiane ed austriache negli archivi privati e archivi militari*, Chiari 2003.
- L. Malatesta, *Gli studi del generale E. Rocchi e il suo modello costruttivo*, in «Castellum», n. 44, Milano 2002, pp. 29-38.
- Malte di cemento al cloruro di calcio*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1888, pp. 512-517.
- Malte non congelabili*, in «Rivista di artiglieria e genio», vol. I, 1893, pp. 321-322.
- C. Manganoni, *Descrizione delle artiglierie in istallazione fissa. Testo e tavole*, Torino 1934.
- P. Maraviglia, *La fortificazione nella strategia del XIX secolo*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1916, pp. 125-133,
- G. Marcenaro, *Fotografia come letteratura*, Roma 2004.

- G. Marini (a cura di), *Il Forte di Monte Ercole. Il sistema difensivo del Tagliamento nella Grande Guerra*, Gemona del Friuli (UD) 2000.
- L. Marinelli, *Sinossi di fortificazione*, Modena 1910.
- M. Marvulli, *Verona. La città e le fortificazioni*, Roma 2005.
- E. Marullier, *Guida pratica per la costruzione di edifici con speciale riguardo al cemento armato*, Torino 1914.
- E. Marrullier, *Il mortaio di grosso calibro e la fortificazione dell'avvenire*, «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1914, pp. 345-365.
- E. Marrullier, *Architettura. Appendice della parte III*, Torino 1908.
- V. Martinelli, *Guerra alpina sull'Adamello 1915-1917*, Bolzano 1996.
- C. Marzocchi, *Solai a travicelli di cemento armato soffittati in piano*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1908, pp. 361-386; pp. 637-666.
- C. Marzocchi, *Le applicazioni del cemento armato fatte dal Genio militare. Sistema di solai del Generale Caveglia*, in «Giornale del Genio Civile», vol. 41 (1903), pp. 497-527 e 609-639; vol. 42 (1904), pp. 22-45 e 157-180.
- A. Massignani, *Alpini e tedeschi sul Don*, Valdagno 1991
- U. Mattalia, *Cronache della grande guerra 1915- 1918, Altipiani- Valsugana -Pasubio Isonzo - Piave*, Novale-Valdagno 1992
- U. Mattalia, *La guerra dei forti sugli altipiani (1915- 1916)*, Levico-Trento 1981
- V. Mattei, *I Cementi Italiani. Sviluppo, Produzione, Esportazione*, in «Atti della Società degli Ingegneri», n. 4, 1916, pp. 96-106.
- M. Mazzetti, *L'esercito italiano nella Triplice Alleanza. Aspetti di politica estera 1870-1914*, Napoli 1974.
- P. Melograni, *Storia politica della grande guerra*, Milano 1998.
- F. Meneghelli, *Dal Catalogo dei sistemi difensivi veneti al recupero di forte Santa Viola*, in A. Trotta (a cura di), *La valorizzazione delle fortezze moderne dell'arco alpino*, Atti del Convegno Forte Montecchio Nord (Colico, 18 ottobre 2009), Varese 2011, pp. 29-32.
- F. Meneghelli, M. Valdinoci, *Il sistema difensivo della Lessinia*, Verona 2010
- F. Meneghelli, *Le mura e i forti di Verona*, Verona 2006.

Ministero Beni Attività Culturali (a cura di), *Le fonti archivistiche per la storia dell'architettura. Atti del convegno internazionale di studi* (Reggio Emilia, 4-8 ottobre 1993), Reggio Emilia 1999.

Ministero della Difesa, SME, Ufficio storico, *L'esercito Italiano nella grande guerra*, vol. III, *Le operazioni del 1916*, Offensiva Austriaca, tomo 2°, 2° bis, Roma 1936.

Ministero della Guerra, SME, Ufficio Storico, *L'ultima guerra dell'Austria-Ungheria*, vol. 2°, 2° bis, *L'anno di guerra 1915, sino alla fine dell'estate*, Roma 1935.

Ministero della Difesa, SME, Ufficio storico, *L'esercito Italiano nella grande guerra*, vol. II, *Le operazioni del 1915*, tomo I, I bis, Roma 1929

Ministero della Guerra. Stato Maggiore centrale. Ufficio segreteria, *I rifornimenti dell'Esercito mobilitato durante la guerra alla fronte italiana (1915-1918)*, Roma 1924.

Ministero della Guerra, Direz. generale Artiglieria e Genio, Ispettorato generale Artiglieria, *Monografia dell'installazioni in pozzo da 149 A Schneider*, Roma 1915.

Ministero della Guerra, Ispettorato generale del Genio, *Manuale per l'ufficio del genio in Guerra*, Roma 1915.

Ministero della Guerra, Direz. generale Artiglieria e Genio, Ispettorato generale Artiglieria, *Istruzione sul servizio delle installazioni tipo Schneider per cannone da 149 S*, Roma 1915.

Ministero della Guerra, *Istruzione per la guerra di fortezza, norme generali*, Roma 1913.

Ministero della Guerra, *Istruzione sul servizio delle artiglierie d'assedio*, fasc. 3°, 3 bis, Roma 1912.

Ministero della Guerra, *Istruzione per l'Artiglieria nella guerra di fortezza*, Roma 1907.

F. Minniti, *Esercito e Politica da Porta Pia alla Triplice Alleanza (1870-1871)*, Roma 1984.

F. Minniti, *Il secondo piano generale delle fortificazioni. Studio e progetti (1880-1885)*, in «Memorie Storiche Militari 1980», Roma 1981, pp. 91-119.

M. Minola, B. Ronco, *Fortificazioni dell'arco alpino*, Torino 1998.

Miscellanea-Malte di cemento al cloruro di calcio, in «Rivista di artiglieria e genio», vol. IV, 1888, pp. 512-517.

- G. Molà, *Casamatta di calcestruzzo con cannoniere protette da piastre metalliche*, in «Rivista di artiglieria e genio», vol. I, 1901, pp. 188-209.
- A. Molesini, *Non tutti i bastardi sono di Vienna*, Palermo 2010.
- M. Mondini, *Andare per i luoghi della Grande Guerra*, Bologna 2015.
- M. Mondini, *La costruzione monumentale della memoria di guerra in Veneto. Attori, linguaggio, legittimazione, conflitti*, in Kuprian H. J. W., Überegger O. (a cura di), *Der Erste Weltkrieg im Alpenraum. Erfahrung, Deutung, Erinnerung/La grande Guerra nell'arco alpino. Esperienze e memoria*, Innsbruck 2006, pp. 413-425.
- A. Monticone, *La storiografia militare italiana e i suoi problemi*, in Ministero della Difesa, Atti del I° Convegno Nazionale di Storia Militare (17-19 marzo 1969), Roma 1969.
- C. Montù, *Storia dell'artiglieria italiana*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. VII, Roma 1940.
- E. Morelli, *I fondi archivistici del Museo Centrale del Risorgimento*, Roma 1993.
- U. Morelli, *Il presente ricordato. Immagini e tracce della storia nella mentalità contemporanea*, in *La memoria nella pietra 1915-1918*, Atti del Convegno, *La memoria nella pietra. Censimento recupero e conservazione delle opere militari 1915-1918 tra storia, didattica e memoria*, E. Trevisani, F. Larcher (a cura di), Ferrara 1998, pp. 59-67.
- A. Mori, *La cartografia ufficiale in Italia e l'Istituto Geografico Militare*, Roma 1922.
- M. Morpurgo, *La guerra del soldato Pace*, Firenze 2006.
- E. Mörsch, *Teoria e pratica del cemento armato, con ricerche ed esempi costruttivi della Wayss & Freytag A. G. e della Soc. An. Ital. Ferrobeton*, Milano 1910, pp. 354 – 385.
- Mougin, *Le fort de l'avenir*, Paris 1887.
- Mougin, *Les nouveaux explosifs et la fortification*, Paris 1887.
- W. Mulligan, *Le origini della Prima guerra mondiale*, tr. it. a cura di A. Santilli, Roma 2011.
- N. Murray, *The evolution of trenches: hidden in plain sight*, in «Storia Urbana», XXXVIII, n. 149, 2015, pp. 113-138.
- W. Musizza, G. De Donà, D. Frescura, *Le fortificazioni del Cadore: 1866-1896*, Udine 1985.

- W. Musizza, G. De Donà, *I Forti di Monte Ricco, Batteria Castello e Col Vaccher con le altre difese del Campo trincerato di Pieve di Cadore (1866-1918)*, Rasai di Seren del Grappa (BL) 2014.
- G. Musumeci, *La Grande Guerra nelle retrovie*, Valdagno 2007.
- R. Nelva, *Avvento ed evoluzione del calcestruzzo armato in Italia: il sistema Hennebique*, Milano 1990.
- G. Nemeth, A. Papo e G. Pastori, *La via della guerra. Eserciti e fortificazioni alla vigilia della Grande Guerra*, San Dorligo della Valle 2014.
- A. Nicoletti, *Studi ed esperienze comparative su costruzioni di cemento armato*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1901, pp. 397-410.
- Notizie-Cemento Portland reso resistente al gelo*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1890, pp. 19-41.
- B. Oreste, *Storia dell'esercito italiano (1861-1990)*, Roma 1996.
- Paesaggio storico, *ad vocem*. Zingaretti.
- M. Paltregnani, R. Peraro, *Conoscere per recuperare. Le tecnologie costruttive delle fortificazioni dell'altopiano di Asiago*, tesi di laurea, relatore Ballistreri Corrado – Barbisan Umberto, Università Iuav di Venezia, Venezia 1997-1998.
- I. Panozzo, *Guida alla visita del Forte Corbin e alla sua storia*, Grisignano di Zocco (VI) 2012.
- S. Papetti, *Le ragioni di un forte. Il Dossaccio di Oga*, s.l., s.d., pp. 2-31. (Consultabile al sito <http://www.fortedioga.it/wp-content/uploads/2015/05/TestoOgaDef-1.pdf>; agosto 2018)
- C. Parodi, G. Cavalli, *Balistica esterna*, Torino 1901.
- C. Parodi, *Nota sulla penetrazione dei proietti*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1887, pp. 42-47.
- M. Pascoli, *Il sistema regio di fortificazioni permanenti del Friuli nella Grande Guerra*, Udine 2005
- F. Pasetti, *Di alcuni moderni materiali da costruzione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, Roma 1908, pp. 219-249.

- M. Passarin, *Il patrimonio storico della Prima guerra mondiale*; intervento alla Giornata di Studio Fortificazione campale e camouflage. Camminamenti, trincee e paesaggi di guerra, a cura di S. Isgrò, promosso da: Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di Ricerca in Architettura, Patrimonio architettonico e paesaggio: storia e restauro dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, tenutosi a palazzo Gravina a Napoli, 15 marzo 2018.
- M. Passarin, *La rilevazione fotografica per fini militari*, in M. Passarin, L. Viazzi, *Panorami della Grande Guerra sul fronte dallo Stelvio al Garda*, Vicenza 1998.
- F. Passetti, *Costruzioni in cemento armato*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1899, pp. 241-277.
- U. Pelosio, *Le fortificazioni nel veronese. Evoluzione ed Armamento 1830-1915*, s.l. 1986.
- M. Peghini, *Itinerari al fronte. Sui sentieri della Grande Guerra*, Belluno 2015.
- G. Perrucchetti, *La difesa dello Stato*, Torino 1884.
- D. Pesenti, *Il cemento armato e la sua applicazione pratica*, Milano 1913.
- P. Pieri, *La Prima guerra mondiale 1914-1918. Problemi di storia militare*, a cura di Rochat Giorgio, Roma 1987.
- G. Pieropan, *1914 - 1918. Storia della grande guerra sul fronte italiano*, Milano 1988.
- G. Pieropan, *1915. Obiettivo Trento, Dal Brenta all'Adige il primo anno della grande guerra*, Milano 1982.
- G. Pieropan, *Guida alle fortezze degli altipiani*, Schio 1982.
- M. Piva, C. Zadra (a cura di), *La memoria della Grande guerra in Trentino: progetti ed iniziative di recupero e valorizzazione nel quadro della legislazione nazionale e provinciale*, Atti del Convegno, (Rovereto 22 marzo 2003), Rovereto 2005.
- Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici – esperienze a confronto*. Convegno di Lardaro, Trento 20-21 maggio 2005.
- Proposta di Schumann di una radicale riforma della fortificazione permanente*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1884, pp. 161-168.
- P. Prost, Rocca d'Anfò, *La fortezza incompiuta*, Milano 1989.

A. Quendolo, *Paesaggi di guerra: “questioni di restauro” per un patrimonio ad alta complessità*; intervento al seminario *Paesaggi Militari. Fortificazioni e Prima guerra mondiale. Conoscenza, restauro e valorizzazione/Military Landscapes. Fortifications and World War I. Knowledge, Restoration and Enhancement* a cura di S. Isgrò, promosso da: Dipartimento di Architettura dell’Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di ricerca in Architettura, Patrimonio architettonico e paesaggio: Storia e Restauro dell’Università degli Studi di Napoli Federico II, tenutosi a palazzo Gravina a Napoli, 15 giugno 2017.

A. Quendolo, *Le fortificazioni di fine XIX - inizio XX secolo: “questioni di restauro” per un Patrimonio ad alta Complessità*, in M. Dallemule, S. Flaim (a cura di), *Il Recupero dei Forti Austriaci Trentini*, Trento 2014, pp. 91-102.

A. Quendolo (a cura di), *Paesaggi di guerra. Memoria e progetto*, Udine 2014.

L. Raimondo, *L'ideologia della guerra industriale 1861 - 1945*, in «Memorie Storiche Militari 1980», Roma 1981, pp. .

D. Ravenna, G. Severini, *Il patrimonio storico della Grande Guerra. Commento alla legge 7 marzo 2001 n. 78*, Udine 2001.

Relazione sulle esperienze del tiro delle artiglierie rigate contro i muri, eseguite sul Lago Maggiore dal 22 agosto al 22 ottobre 1864, in «Giornale del genio militare», n. 3, 1865, pp. 77-108.

Erich M. Remarque, *Niente di nuovo sul fronte occidentale*, Vicenza 2016.

G. Revers, *Le prove dei materiali da costruzione e le costruzioni in cemento armato*, Milano 1910.

D. Riccadonna, M. Zattera, *Sentieri di confine. Segni da ritrovare della Prima guerra mondiale nell’Alto Garda e Ledro. Colpire a distanza dalla preistoria alla Terza guerra mondiale*, Riva del Garda 2015.

D. Riccadonna (a cura di), *I forti austro-ungarici nell'Alto Garda: che farne?*, Atti del convegno Forte Superiore di Nago, (Riva del Garda 27 febbraio - 2 marzo 2002), Riva del Garda 2003

A. Ricci, *Attorno alla nuda pietra. Archeologia e città tra identità e progetto*, Roma 2006.

- G. Riva Palazzi, *Sguardo all' orografia e ai caratteri topografico-militari dell'Italia centrale* in «Rivista Militare», n. 3, 1883, pp. 5-55.
- E. Rocchi, *Traccia per lo studio della fortificazione permanente*, Roma 1912.
- E. Rocchi, *Le fonti storiche dell'architettura militare*, Roma 1908.
- E. Rocchi, *La fortificazione permanente contemporanea*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1908, pp. 108-127.
- E. Rocchi, *Storia delle fortificazioni e dell'architettura militare*, voll. I- II, Roma 1907.
- E. Rocchi, *Traccia per lo studio della fortificazione campale*, Torino 1905.
- E. Rocchi, *L'insegnamento delle fortificazioni*, in «Rivista di artiglieria e genio», vol. II, 1901, pp. 317-347.
- E. Rocchi, *A proposito dello studio dei progetti di fortificazione. Le batterie di medio calibro nella difesa montana*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1900, pp. 137-154.
- E. Rocchi, *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza*, Torino 1899.
- E. Rocchi, *A proposito dell'installazione delle artiglierie nella difesa in montagna*, in «Rivista di artiglieria e genio», vol. I, 1898, pp. 95-107.
- E. Rocchi, *La fortificazione in Montagna*, Roma 1898.
- E. Rocchi, *Sull'applicazione dei principi dell'arte difensiva*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1898, pp. 363-398,
- E. Rocchi, *Nota sui principi dell'arte difensiva*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1897, pp. 401-415.
- E. Rocchi, *Le origini della fortificazione moderna*, Roma 1894.
- E. Rocchi, *La fortificazione attuale, trasformazioni delle opere esistenti*, parte 1° e 2°, in «Rivista di artiglieria e genio», vol. III, 1892, pp. 5-38.
- E. Rocchi, *La fortificazione attuale. Esame di alcuni particolari di un ordinamento difensivo*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1892, pp. 397-405.
- E. Rocchi, *Alcune idee di massima sulla fortificazione permanente*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1890, pp. 352-392.
- E. Rocchi, *L'impiego della fortificazione nella difesa degli Stati*, parte 1° e 2°, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, 1890, pp. 34-59.
- E. Rocchi, *I principi immanenti della fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1889, pp. 314-350.

- E. Rocchi, *Le forme ed i nuovi materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. I, 1888, pp. 367 - 408.
- E. Rocchi, *Le forme ed i nuovi materiali della nuova fortificazione*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1888, pp. 30 - 78.
- G. Rochat, *L'esercito italiano in pace ed in guerra. Saggi di storia militare*, Milano 1991.
- G. Rochat (a cura di), *Bibliografia italiana di storia e studi militari 1960- 1984*, Milano 1987.
- G. Rochat (a cura di), *La storiografia militare italiana negli ultimi venti anni*, Milano 1985.
- G. Rochat, *L'Italia nella Prima guerra mondiale. Problemi di interpretazione e prospettive di ricerca*, Milano 1976.
- G. Romanelli, *Manualetto di materiali di Artiglieria*, Milano 1919.
- A. Romeo, *Compendio di fortificazione*, Torino 1917.
- P. Rossi, *La Prima guerra mondiale. Diario inedito*, Pordenone 2014.
- A. Rovighi, *Un secolo di relazioni militari tra Italia e Svizzera 1861- 1961*, Roma 1987.
- M. Ruffo, *L'Italia nella Triplice Alleanza*, Roma 1988.
- P. Rumiz, *Il fuoco e il gelo*, in E. Camanni (a cura di), *la grande guerra sulle montagne*, Roma-Bari 2014.
- F. Russo, *La difesa dell'Arco Alpino 1861-1940*, Roma 1999.
- G. Sabbatucci, V. Vidotto, *Storia contemporanea. L'Ottocento*, Roma-Bari 2016.
- C. Sabbatucci, V. Vidotto, *Storia contemporanea. L'Ottocento*, Roma-Bari 2009.
- A. Saccoman, *Il generale Paolo Spingardi Ministro della Guerra 1909-1914*, Roma 1995.
- C. Salsa, *Trincee. Confidenze di un fante (1924)*, prefazione di Luigi Santucci, Milano 1982.
- A. Sandrini, P. Brugnoli, *Architettura a Verona dal periodo napoleonico all'età contemporanea*, Verona 1994.
- F. Sardagna, *Il disegno di guerra nell'ultima guerra contro l'Austria*, Torino 1924.
- Sauer, *Recherches tactiques sur le formes nouvelles de la fortification*, Berlin 1886.
- Sauer, *Ueber angriff und verteidigung fester plätze*, Berlin 1885.

- M. Savorra, *Città, territori e ingegneri militari nell'Italia dell'Ottocento: questioni, studi, ricerche*, in «Città e Storia», IV, 2009, pp. 279-292.
- L. Scazzosi, *Il paesaggio opera aperta: conservare/trasformare*, in P. Donadieu, H. Küster, R. Milani (a cura di), *La cultura del paesaggio in Europa tra storia, arte e natura. Manuale di teoria e pratica*, Firenze 2008, pp. 72-88.
- G. Sciocchetti, *Confronto tra le fortificazioni permanenti austroungariche e quelle italiane nella zona del lago di Garda tra Otto e Novecento*, in D. Riccadonna (a cura di), *I forti Austroungarici nell'Alto Garda: che farne?*, Atti del convegno (forte superiore di Nago, 2002), Museo civico di Riva del Garda, Riva del Garda (TN)
- L. Segreto, *Marte e Mercurio. Industria bellica e sviluppo economico in Italia (1861-1940)*, Milano 1997.
- M. Piera Sette, *Note di dialogo per un paesaggio in mutazione*; intervento alla Giornata di Studio Fortificazione campale e camouflage. Camminamenti, trincee e paesaggi di guerra, a cura di S. Isgrò, promosso da: Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Dottorato di Ricerca in Architettura, Patrimonio architettonico e paesaggio: storia e restauro dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, tenutosi a palazzo Gravina a Napoli, 15 marzo 2018.
- S. Settis, *Futuro del classico*, Torino 2004.
- A. Sgrilli, *L'applicazione della fotografia nella topografia di guerra*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. 1, 1920, pp. 207-223.
- F. Sordo, *La porta dello Sbarramento*, in *Progetto Grande Guerra. Tutela e valorizzazione dei beni architettonici. Esperienze a confronto*, a cura di M. Favero, Rovereto 2008, pp. 35-40.
- D. Sigurtà, *Conflitti sociali e trasformazioni urbane nelle «zone di guerra»: il caso del basso Garda bresciano*, in «Storia Urbana», XXXVIII, n. 149, 2015, pp. 39-68.
- M. Silvestri, *Caporetto. Una battaglia e un enigma. Isonzo 1917*, Milano 2001.
- P. Simkins, G. Jukes, M. Hickey, *La prima Guerra mondiale*, Pordenone 2014.
- R. Simmel, Sassatelli M. (a cura di), *Saggi sul paesaggio*, Roma 2006.
- C. Simonnet, *Alle origini del cemento armato*, in «Rassegna», n. 49, marzo 1992, pp. 6-14.
- C. Siracusa, *Alcune considerazioni sull'impiego dei due calibri nel combattimento*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1887, pp. 5-28.

- G. Sironi, *Saggio di geografia strategica*, Torino 1873.
- Sistema Monier di costruzioni in ferro e cemento*, in «L'Industria», 45, 1890, pp. 25-37.
- D. J. Smith, *Una mattina a Sarajevo. 28 giugno 1914*, Gorizia 2014.
- C. Sodini (a cura di), *Frontiere e fortificazioni di frontiera*. Atti del Seminario internazionale di storia militare (Firenze-Lucca, 3-5 dicembre 1999).
- S. Spartaco, *Alcuni giudizi sulla fortificazione permanente*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. III, Roma 1922, pp. 100-117.
- N. Stefani, *La Storia della Dottrina e degli Ordinamenti dell'Esercito Italiano*, vol. I, Roma 1984.
- E. Stettner, *Il Cemento armato nella fortificazione permante*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. 1, 1909, pp. 455-467.
- N. Stone, G. Carlotti, *La prima guerra mondiale*, Milano 2015.
- R. Striffler, *Von Fort Maso bis Porta Manazzo, Au und Kriegegeschichte der Italianischen Forts und Batterien 1883 bis 1916*, Verlag Kienesberger, Numberg 2004.
- N. Sulfaro, *Percorsi bibliografici su Grande guerra e territorio italiano. Prima parte: la mobilitazione*, in «Storia Urbana», XXXVIII, n. 149, 2015, pp. 163-185.
- Sulla costruzione delle batterie*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. IV, 1887, pp. 117-127.
- G. M. Tabarelli, *I Forti Austriaci nel Trentino e in Alto Adige*, Trento 1990.
- G. Tabarelli, *I forti austriaci nel Trentino*, Trento 1988.
- S. Targa, *La guerra in Montagna e la difesa delle Alpi*, Torino 1926.
- S. Targa, *Le armi, il tiro e la fortificazione*, Torino 1925.
- S. Targa, *La fortificazione permanente in montagna*, in «Alere Flammam», n. 7, Torino 1924, pp.
- S. Targa, *La fortificazione odierna di fronte ai nuovi mezzi di attacco*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1915.
- N. Tedesco (de), *Stato attuale della questione del cemento armato in Francia*, in «Il Monitore Tecnico», n. 25, 1897.
- L. Tommasini, *Lavoro e guerra: la mobilitazione industriale italiana, 1915-1918*, Napoli 1997.

E. Torretta, A. Di Rita, *L'evoluzione della fotogrammetria da terrestre ad aerea*, in «la cartografia», n. 17, giugno 2008, pp. 21-29.

C. Tosco, *Il paesaggio come storia*, Bologna 2016

C. Tosco, *I beni culturali. Storia, tutela e valorizzazione*, Bologna 2014.

A. Tosti, *Storia dell'esercito italiano*, Milano 1942.

S. Trani, *Le fonti documentarie d'interesse storico conservate presso le istituzioni culturali e gli uffici delle forze armate a Roma*, in «Le carte e la storia», n. 1, Bologna 2002, pp. 149-178.

V. Traniello, *Note ed appunti circa la difesa del nuovo confine italiano*, in *Lezioni di fortificazioni permanenti*, Modena 1925.

A. Treves, *Anni di guerra, anni di svolta. Il turismo italiano durante la prima guerra mondiale*, in Botta G. (a cura di), *Studi geografici sul paesaggio*, Milano 1989, pp. 249-299.

G. P. Treccani, *La Preparazione alla guerra*, in «Storia Urbana», XXXVIII, n. 149, 2015, pp. 5-8.

A. Trotti (a cura di), *La valorizzazione delle fortezze moderne dell'arco alpino*, Atti del Convegno Forte Montecchio Nord (Colico, 18 ottobre 2009), Varese, 2011, pp. 29-32.
Tutela del patrimonio storico della Prima guerra mondiale, Decreto Ministeriale 4 ottobre 2002, in «Gazzetta Ufficiale» (2002), n. 283, 3 dicembre.

Tutela del patrimonio storico della Prima guerra mondiale, Legge 7 marzo 2001, n. 78, in «Gazzetta Ufficiale» (2001), n. 75, 30 marzo 2001.

Ufficio Storico dello Stato Maggiore dell'Esercito, *La Grande Guerra sul fronte italiano, Immagini del Servizio Fotografico Militare*, Roma 2009.

Ufficio Storico dello Stato Maggiore dell'Esercito (a cura di), *Monografia delle Alpi Giulie*, Roma 1880.

A. Vaccari, *L'immagine della Grande Guerra in Italia*, in «la Cartografia», n. 17, giugno 2008, pp. 6-19.

F. Vallerani, *Dalle trincee alle autostrade*, in Boschi R., Turri E., Zumiani D. (a cura di), *Viaggio alla montagna veneta*, Verona 2006, pp. 153-159.

E. Varagnolo, *Maledetto Monte. I combattimenti a Monte Piana e nelle Dolomiti di Cortina nel 1915*, Udine 2014.

- D. Vaschetto, *Sui sentieri della Grande guerra. Dall'Adamello alle Tre Cime di Lavaredo*, Torino 2014.
- E. Vasco, *1860-1880. I venti anni cruciali delle fortificazioni permanenti italiane*, in «Rivista Militare», n. 1, 1981, pp. 89-94.
- G. Versolato, *Bombardamenti aerei degli alleati nel vicentino 1943-1945*, Valdagno 2001.
- M. Vianelli, G. Cenacchi, *Teatri di guerra sulle dolomiti*, Milano 2016
- E. Viganò, *La nostra guerra. Come fu preparata e come è stata condotta sino al novembre 1917*, Firenze 1920.
- E. Vignes, *L'Istituto storico e dicultura dell'arma del genio*, in *Le fonti per La storia militare italiana in età contemporanea*, Roma 1993.
- P. Violi, *Paesaggi della memoria. Il trauma, lo spazio, la storia*, Milano 2014.
- P. Volpato, *I forti italiani e austriaci degli Altipiani ieri e oggi*, in «Aquila in guerra», n. 10, 2002, pp. 36-40.
- E. von Leithner (a cura di), *La fortificazione permanente e la guerra di fortezza trattate secondo le fonti più recenti*, voll. I, II, tr. it. a cura di Enrico Rocchi, Roma 1895.
- F. Weber, *Guerra sulle Alpi*, Milano 1995.
- F. Weber, *Tappe della disfatta*, Milano 1993.
- Welitschko, *Exames des moyens modernes pour l'attaque et la défense des places fortes terrestres. Types d'un système moderne de fortification/Esame dei mezzi moderni per l'attacco e per la difesa delle piazze forti terrestri. Tipo per un moderno sistema di fortificazioni*, in «Rivista di Artiglieria e Genio», vol. II, 1890, pp. 230-245.
- H.G. Wells, *War and the Future: Italy, France and Britain at war*, London 1916.
- J. Winter, *Il lutto e la memoria. La Grande Guerra nella storia culturale europea*, Bologna 1998.
- S. Zabert, *Fortificazione permanente moderna*, Torino 1939.
- B. Zanotti, *Fortificazione permanente*, Torino 1891.
- L. Zigliotto, *Guida ai Forti della grande guerra sul "Fronte invalicabile" tra l'Altipiano dei 7 Comuni e gli Altipiani di Folgaria, Lavarone e Luserna*, Udine 2008.
- R. Almato Zotti, *La strategia militare dal 1866 al 23 maggio 1915 con particolare riferimento alla frontiera nord est*, in *Confine Orientale e strategia difensiva prima della grande guerra*, a cura di De Cillia Antonio, Udine 1997.

9. Fonti Archivistiche

9.a. Istituto di Storia e Cultura dell'Arma del Genio [ISCAG]

1914, settembre 22. Schio. Studio di sistemazioni difensiva del tratto di frontiera fra Monte Gisella e la Lora (Agno-Assa), Relazione sulle condizioni odierne delle opere permanenti ed occasionali della zona fortificata Val d'Agno-Val d'Assa.

Firmata: Colonnello Comandante d'Artiglieria della zona fortificata Val d'Agno-Val d'Assa.

ISCAG, Archivio storico dell'Arma del Genio, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 1.

1915, giugno 29. Verona. Comando della I Armata. Comando del Genio. All'Ispettorato generale del genio presso il Comando Supremo. n. 462 di protocollo. Oggetto: opera Verena.

ISCAG, Archivio storico dell'Arma del Genio, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 1.

1915, luglio 4. Quartiere generale della I Armata. Comando del genio. All'Ispettorato Generale del genio Comando Supremo. Prot. n. 348. Oggetto: Promemoria sui danni riportati dalle strutture cementizie del Forte Verena redatto in base ad un incartamento del V Corpo d'Armata. ISCAG, Archivio storico dell'Arma del Genio, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 2.

1915, luglio 4. Quartiere generale della I Armata. Comando del genio. All'Ispettorato Generale del genio Comando Supremo. Prot. n. 348. Oggetto: Promemoria sui danni riportati dalle strutture cementizie del Forte Verena redatto in base ad un incartamento del V Corpo d'Armata.

ISCAG, Archivio storico dell'Arma del Genio, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 2.

1915, luglio 15. Verona. Verbale della Commissione d'inchiesta nominata per l'esame del Forte Verena, dopo il sofferto bombardamento con mortaio da 305. Annessi: 1 disegno, 1 foglio della Direzione Lavori. Firmato: Cap. Lastrico, Col. Strazzeri, Mag. Gen. Angelozzi.

ISCAG, Archivio storico dell'Arma del Genio, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 2.

1915, luglio 21. Verona. Comando della I Armata Stato Maggiore Comando del Genio. Oggetto: Verbale della Commissione d'inchiesta per l'esame dei danni riportati dal Forte Verena, Firmato: il Maggior Generale capo di S.M. dell'armata Ruggeri.

ISCAG, Archivio storico dell'Arma del Genio, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Comando del V corpo d'Armata, b. 505, fasc. 3.

Rapporti Ufficiali informativi sui lavori di difesa Campo Trincerato di Trento: operazioni difensive (1915), b. 7, fasc. 1.

ISCAG, Raccolta documentale, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Comando Generale Genio.

Lavori di difesa affidati ad unità di fanteria (1915), b. 565, fasc. 3.

ISCAG, Raccolta documentale, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Prima Armata, Comando III Corpo d'Armata.

Sistemazione difensiva, *Apprestamenti Militari austriaci* (1915), b. 565, fasc. 5.

ISCAG, Raccolta documentale, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Prima Armata, Comando III Corpo d'Armata.

Rapporti Ufficiali informatori sui lavori di difesa Campo Trincerato di Trento: operazioni difensive (1915), b. 7 fasc. 1.

ISCAG, Raccolta documentale, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Comando Generale Genio.

Sistemazione difensiva Adige e Prealpi vicentine (1918).

ISCAG, Archivio storico dell'Arma del Genio, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Comando Genio 9^a armata, b. 782, fasc. 2.

Situazione e dislocazione Grandi Unità alla data del 17 novembre 1917 e 7 gennaio 1918.

ISCAG, Archivio storico dell'Arma del Genio, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, Comando Generale del Genio, Ordinamento, b. 284, fasc. 8.

9.b. Ufficio Storico dello Stato Maggiore Esercito [AUSSME]

Diario del Comando dello sbarramento Agno-Assa, Agno-Posina. Archivio Ufficio Storico Stato Maggiore Esercito (12 giugno 1915).

AUSSME, fondo Diari storici 1a guerra mondiale, repertorio 8-1, racc. 73/D.

Cenni sui lavori della Commissione Permanente per la Difesa dello Stato del Paese dall'epoca della sua istituzione (gennaio 1862) fino all'irrompere della guerra del 1866.

AUSSME, fondo G25, busta 27, fasc. 1.

Piano di Difesa della Frontiera verso il Tirolo. Fortificazioni di Brescia.

AUSSME, fondo G26, b. 15, fasc. 2.

Relazione della Sotto Commissione incaricata di esaminare alcuni rapporti riflettenti le fortificazioni del litorale italiano.

AUSSME, fondo G 25, b. 27, fasc. 1.

Sunto degli studi compiuti e dell'azione esplicata dal Comando del Corpo di Stato Maggiore per la difesa permanente dello Stato dal 1896 ad oggi (1908).

AUSSME, fondo F4, b. 46, fasc. 4.

Verbalì delle sedute del Comitato di Stato Maggiore Generale riunite in commissione per lo studio della Difesa dello Stato.

AUSSME, fondo F4, b. 70, fasc. I, Teatro di guerra Nord-Est, 1880.

Ministro della Guerra. Alla Direzione affari generali, alla Direzione generale di Artiglieria e Genio, alla Direzione Generale dei Servizi Logistici e Amministrativi, al Comando del Corpo di Stato Maggiore. *Circolare riservata n. 6949*. Roma, 7 luglio 1909.

AUSSME, Fondo F4, Ordinamento e mobilitazione (OM), R. 74.

Cenni sui lavori della Commissione Permanente per la Difesa dello Stato del Paese dall'epoca della sua istituzione (gennaio 1862) fino all'irrompere della guerra del 1866.

AUSSME, fondo G25, b. 27, fasc. 1.

Verbali delle sedute del Comitato di Stato Maggiore Generale riunite in commissione per lo studio della Difesa dello Stato (1880).

AUSSME, fondo F4, b. 70, fasc. 1.

Libretto di consegna di documenti riservatissimi e riservati in vigore in carico all'Ufficio Scacchiere Orientale (aggiornato all'aprile 1915).

AUSSME, fondo G22, b. 43, fasc. 2.

Dotazioni di panorami fotografici (Frontiera Nord Est), Comando del Corpo di Stato Maggiore. Reparto Operazioni. Ufficio Scacchiere Orientale. Foglio n. 406 in data 7 agosto 1911.

AUSSME, fondo G22, b. 9, fasc. 1.

9.c. Museo Storico Italiano della Guerra

Fortificazioni, b. 103, fasc. 1 «Glossario».

Fortificazioni, b. 103, fasc. 2 «Classificazione delle artiglierie».

9.d. ÖStA, KA, Oesterreichisches Staatsarchiv, Abt. Kriegsarchiv, Vienna.

Monografie

Fortifikatorische Detailbeschreibung der Befestigungen von Rivoli Ceraino, Hof- und Staatsdruckerei, Wien 1894 /descrizione dettagliata delle fortificazioni di Rivoli Ceraino

Fortifikatorische Detailbeschreibung der Befestigungen bei Pieve di Cadore und Lorenzago, Hof- und Staatsdruckerei, Wien 1894/descrizione dettagliata delle fortificazioni di Pieve di Cadore e Lorenzago

Fortifikatorische Detailbeschreibung der Befestigungen bei Arsiero und Asiago, Hof- und Staatsdruckerei, Wien 1892 /descrizione dettagliata delle fortificazioni presso Arsiero e Asiago

Fortifikatorische Detailbeschreibung von Verona, Beilagen, Hof- und Staatsdruckerei, Wien 1899/descrizione dettagliata delle fortificazioni di Verona

Fortifikatorische Detailbeschreibung der Befestigungen bei Primolano-Fastro und Lamon, Hof- und Staatsdruckerei, Wien 1894/descrizione dettagliata delle fortificazioni presso Primolano-Fastro e Lamon

Allgemeine Uebersicht der Befestigungen Oberitaliens (Oesterreichisches Front und Venedig), Wien 1911/ descrizione generale delle fortificazioni dell'alta Italia (fronte austriaco e Venezia)

Fortifikatorische Detailbeschreibung der Befestigungen von Osoppo, Hof- und Staatsdruckerei, Wien 1899/descrizione dettagliata delle fortificazioni di Osoppo

Sammlung von Aufgaben über den Dienst des Geniestabes im Felde u. im Festungskriege/Raccolta di incarichi di servizio del Genio in campo e nella guerra di fortezza

9.e. Archivio di Stato di Vienna, Archivio di guerra, fondo Tiroler Sperren.

Iconografie

Karton 53

Piano di situazione della batteria di Mezzo sul monte Brione.

Piano di situazione del forte S. Nicolò.

piano di situazione del forte Garda sul monte Brione.

piano di situazione del forte di Nago.

Pianta della città di Riva, 1900.

Piano di situazione della batteria nord sul monte Brione.

Pianta del forte Tombio.

Mappa della val di Ledro e della piazzaforte di Riva del Garda.

Piano di fortificazione di Riva del Garda, 1869.

Progetto di impermeabilizzazione del deposito riflettori del forte Garda, dicembre 1911.

Karton 51

Pianta della batteria di Pannone, 1880.

Karton 59

Pianta della batteria Nord, 1880.

Sezioni della batteria Nord, 1880.

10. Glossario ragionato*

*Archivio del Museo Storico Italiano della Guerra, *Fortificazioni*, b. 103, fasc. 1 «Glossario».

Si segnala, inoltre, il lavoro di A. Lamberti, *Glossario ragionato*, in *Le montagne dei forti Paesaggi alpini e architetture militari nell'alta Valle del Chiese 1859-2014*, a cura di V. Carrara e M. Favero, Trento 2014, pp. 138-143.

<p>Affusto/lafette (minimalschartenlafette = affusto per cannoniera ad apertura minima)</p>	<p>Dal francese <i>affuster</i>, appoggiarsi al fusto di un albero. Sostengo sul quale si fissano o appoggiano le bocche di fuoco per poterle manovrare o trasportare. Quello di attacco aveva le ruote per essere impiegato nelle operazioni di assedio, mentre l'affusto da difesa doveva diminuire il pericolo dell'imbuco della cannoniera da parte dei proietti e delle schegge nemiche. Per questo motivo nelle casamatte e nelle cupole corazzate si pensò di collocare il perno di rotazione del cannone molto vicino alla cannoniera mediante la realizzazione di appositi affusti (Minimalschartenlafette).</p>
<p>Bacola</p>	<p>Specie di trabocchetto che si poneva anticamente all'entrata delle porte delle fortezze, affinché l'assalitore vi precipitasse ad inganno.</p>
<p>Baluardo o bastione</p>	<p>Elemento sporgente della cortina che anticamente aveva pianta rotonda o quadrata ma che nella fortificazione moderna deve essere inteso a pianta poligonale o schematizzato tipologicamente da un pentagono con due facce principali verso l'attaccante congiuntisi e formati da un angolo alla "capitale", da due facce laterali chiamate "fianchi" e da una "gola" verso la piazzaforte; elementi tutti tracciati in modo da poter essere protetti da fuoco di fiancheggiamento di fucileria e di artiglieria condotto da apposite postazioni ricavate nella scarpa e nella controscarpa e battente di infilata i rami del fosso che corrono lungo tutti i lati dell'opera. Sui "rampari" superiori sono invece sistemate le postazioni delle bocche da fuoco offensive.</p>
<p>Barbetta</p>	<p>dicesi "in barbetta" la postazione a cielo scoperto in cui il tiro radente faceva "la barba" alle opere antistanti il parapetto lasciando una traccia scura prodotta dai residui di combustione della polvere nera e che assomigliava ad una barba a pizzo.</p>

Barbetta (cannone in barbetta) Geschützbank	Piattaforma o terrapieno sopraelevati di una fortificazione, difesi da un basso parapetto, sul quale si collocano le artiglierie a cielo aperto. Il termine figurato deriva dal fatto che il tiro radente del cannone “faceva la barba” allo spalto che lo riparava oppure dalla traccia scura, simile a una barba, prodotta dai residui di combustione della polvere nera del cannone sul parapetto.
Blockhaus	Il <i>Blockhaus</i> indica un’opera difensiva originariamente di tronchi d’albero, a pianta rettangolare con il tetto a spioventi, circondata da un fosso o da difese accessorie, destinata a riparare un piccolo presidio.
Campo trincerato/Gürtelfort (letteralmente: forte di cintura)	Piazzaforte costituita da un “corpo di piazza” con una propria cinta continua, ed una o più linee, o gruppi, di opere staccate, più o meno lontane dal nucleo da difendere.
Cannoniera / Schießscharte	Apertura praticata nella muraglia delle opere di fortificazione per farvi entrare una parte della bocca da fuoco durante l’esecuzione del tiro.
Capitale	Vertice del bastione e cioè l’incontro tra le due facce principali del fronte e la “magistrale” la quale, partendo dal centro della piazza, costituisce quasi sempre l’asse di simmetria dell’opera.
Caponiera / Caponier	Postazione casamattata in muratura sporgente dal muro di scarpa con fianchi normali ai fossi da fiancheggiare con tiro radente d’infilata, di fucileria e di artiglieria.
Cinta continua	è il complesso delle opere in muro costituite da cortina e bastioni, che circondano il nucleo centrale della piazzaforte.
Cofano	Elemento difensivo di fiancheggiamento, in muratura, ricavato nella controscarpa, spesso in corrispondenza del saliente principale e dei salienti di spalla, con le feritoie rivolte lungo il fosso da fiancheggiare.

Fiancheggiamento	In un'opera fortificata è l'azione che può svolgere una parte dell'opera stessa, mediante tiri di artiglieria e di fucileria, per proteggere un tratto di fronte (o un'altra opera vicina).
Ginocchiello	Dicesi di un pezzo di artiglieria l'altezza da terra al punto di snodo della blocca da fuoco, sia in senso zenitale che azimutale; questa altezza determina ovviamente l'altezza dell'antistante parapetto.
Gola	Costituisce il fronte verso il corpo di piazza, cioè opposto al fronte principale verso l'attaccante, e in esso era ricavato l'accesso all'opera, quasi sempre attraverso un ponte levatoio che superava il fosso.
Lunetta	Indica, specie nelle opere staccate, l'andamento delle due facce principali che convergono alla capitale.
Magistrale	È la linea di base che dal centro dell'opera passa per il centro del fronte principale (capitale) e costituisce quindi la direttrice di presunto attacco nemico. Quasi sempre coincide con l'asse di simmetria della poligonale di base dell'opera.
Obice / haubitz	Pezzo di artiglieria con caratteristiche intermedie tra il cannone e il mortaio (la lunghezza è compresa tra i 12 ed i 25 calibri), capace di tiri a traiettoria sia tesa che curva.
Opere campali / feldwerke, feldschanzen	Accanto alle opere maggiori come i forti, si devono annoverare tutta una serie di opere minori e di segni antropici come bunker, Blockhaus, postazioni di artiglieria, gallerie, trincee, camminamenti, strade militari, depositi, ecc.
Orecchione	Nei bastioni a pianta pentagonale sono i raccordi arrotondati delle estremità delle facce principali che sporgono sui fianchi e vengono a occultare e proteggere le cannoniere di fiancheggiamento.
Poterna/stolle	Galleria di collegamento posta fra un forte e una postazione avanzata a prova di bomba.

Prova di bomba o a prova di bomba	Attitudine di una copertura o di una struttura a proteggere efficacemente i sottostanti locali dagli effetti dei proietti scoppianti.
Ramparo	Massa coprente, in terra, di un'opera di fortificazione dell'epoca moderna; comprendeva: una scarpa interna, in pendio, il terrapieno alto, il parapetto, il ciglio di fuoco, la scarpa esterna. Terrapieno periferico sistemato nella sua parte più alta per ricevere i pezzi di artiglieria in barbetta (ramparo di combattimento) e nella parte bassa sistemato a strada di comunicazione; in alcuni forti di scuola francese esistevano anche due rampari di combattimento a diversa quota. Sotto i rampari sono ricavate le riserve ed in certi casi, anche i ridotti e locali logistici.
Ridotto	Manufatto interno al forte, in muratura e con massa coprente in terra a prova di bomba, atto a proteggere efficacemente uomini e materiale bellico.
Rientrante	Angolo formato da due facce di un fronte fortificato, quando presenti il vertice verso l'interno e la concavità verso l'esterno.
Riserva-riservetta	La riserva principale è normalmente ricavata presso il fronte di gola mentre le riserve per i pezzi sui rampari sono sistemate sotto i rampari ovvero nelle traverse cave che separano le postazioni.
Rivelino	Opera addizionale esterna, fra le più importanti usate in fortificazione, per proteggere una cortina e dare appoggio ai bastioni laterali.
Saliente	Elemento dell'opera che maggiormente si protende verso il nemico.

Saracinesca	Parte inclinata di un'opera, che scende nel fossato ed è esposta al nemico.
Scarpa	È l'elemento del fronte, dei fianchi e delle altre parti esterne dell'opera che domina immediatamente il fossato; nella parte bassa, defilata dallo spalto, vi è spesso un rivestimento in muratura in cui si aprono le feritoie dei fucilieri mentre ai vertici si affacciano le caponiere di fiancheggiamento.
Shrapnel	Detto anche "granata a pallottole". Si trattava di un proiettile destinato a bersagli mobili, che nella cavità interna conteneva numerose pallette di piombo, che al momento dell'esplosione venivano irradiate tutto attorno con effetti devastanti.
Spianata	Terreno attorno allo spalto di un'opera fortificata, reso e mantenuto libero da ogni impedimento al tiro fino ad una certa distanza.
Tenaglia o tanaglia	Opera addizionale esterna con il fronte principale convesso, quasi sempre delimitato da due bastioni piuttosto ravvicinati e salienti.
Terrapieno o Terraglio	Parte alta del ramparo. Massa di terreno di riporto costituente i rampari e gli spalti ovvero in genere massa coprente per proteggere i sottostanti ridotti, riserve o locali logistici a prova di bomba.
Tracciato	Proiezione orizzontale di tutti gli spigoli formati dalle superfici che delimitano un'opera di fortificazione dell'opera moderna.
Traversa	Costruzione rettilinea in muro e protetta da massa coprente di terra a prova di bomba, interna al forte sull'asse della magistrale, atta a difendere dagli effetti dei tiri obliqui e di infilata, e spesso sfruttata per contenere locali logistici.

Classificazione delle artiglierie*

I cannoni dell'esercito piemontese, sono classificati secondo il peso del proietto, espresso in libbre piemontesi (1 libbra piemontese = circa 0,75 kg.) mentre per gli obici è in uso il sistema basato sul diametro della bocca da fuoco, espresso in centimetri.

Fra le artiglierie di grosso calibro da muro (oppure da piazza, da fortezza intendendo quelle impiegate nelle fortificazioni) si collocano i cannoni da 32 e da 16 libbre ed alcuni obici aventi calibro compreso fra i 15 ed i 20 cm; le gittate massime sia per cannoni che per obici sono comprese fra i 2500 e 3000 metri; i canoni lanciano proietti di ferro o ghisa pieni, detti palle, mentre gli obici lanciano un proietto cavo, riempito di polvere nera e dotato di una spoletta, ed alle brevi distanze usano anche una granata (o scatola) a mitraglia.

L'introduzione della rigatura nella bocca da fuoco, l'adozione del sistema a retrocarica, l'invenzione degli organi elastici idonei ad assorbire l'energia del rinculo, l'impiego dell'acciaio nella costruzione delle bocche da fuoco segnano una tappa fondamentale nell'evoluzione del materiale d'artiglieria nella seconda metà del secolo XIX.

Nello stesso periodo avviene un'altra importante rivoluzione nel settore della terminologia e della classificazione delle artiglierie che in base a successive e contrastate decisioni del Comitato d'Artiglieria e Genio, tra il 1875 ed il 1880, vennero classificate:

- a seconda del metallo con il quale erano costruite: B bronzo; F ferro; G ghisa; A acciaio;
- per altre indicazioni: R bocca da fuoco con rigatura; L bocca da fuoco ad anima liscia; C bocca da fuoco cerchiata; ret. sistema di caricamento a retrocarica; av. sistema di caricamento ad avancarica;
- per il calibro: in centimetri.

Le principali artiglierie da piazza dell'epoca sono:

- Canone da 12 GRC ret.: prodotto in Italia su progetto del 1878, in servizio dal 1882 dopo lunghe discussioni durante diversi anni nell'ambito del Comitato di Artiglieria e Genio;
- Cannone da 15 GRC ret.: di concezione e produzione italiana sulla base di studi ed esperimenti iniziati nel 1875 presso apposita Commissione per le artiglierie d'attacco e da difesa; in servizio dopo il 1883;

- Cannone da 9 ARC ret.: della casa tedesca Krupp, adottato in Italia nel 1885; caratteristico il sistema di chiusura (otturazione) a cuneo cilindrico prismatico con anello otturatore d'acciaio, con i due cannoni precedenti dotato di uno speciale affusto da posizione (senza ruote) adattabile sotto due diversi tipi di sottoaffusto, rispettivamente da barbetta (allo scoperto) o da casamatta (all'interno);
- Mortaio da 15AR ret.: costruito in Italia su licenza della casa tedesca Krupp, a partire dal 1883; otturazione e cuneo, come il precedente cannone.

Caratteristiche principali:

Materiale	Lunghezza b.d.f. (cm)	Peso tot. b.d.f. (kg)	Peso otturatore (kg)	Peso proietto (kg)	Calibro esatto (mm)
cann. 12 GRC ret	282	1500	56	16 ,5	120
cann. 15 GRC ret	343	3300	69	30	149 ,1
cann. 9 ARC ret	208	492	34	6 ,7	87
mort. 15 AR ret	104	365	44	30	149 ,1

1. Nell'ottobre dell'anno 1901 l'Ispettorato generale d'Artiglieria decide di semplificare la nomenclatura delle artiglierie, sopprimendo l'indicazione relativa alla rigatura R, alla cerchiatura C, al sistema di caricamento ret/av ed introducendo la misurazione del calibro in millimetri, anziché in centimetri, in uniformità a quanto si andava praticando da qualche tempo presso i più noti costruttori europei e nell'ambito della Marina.

All'inizio del secolo le artiglierie principali assunsero la denominazione seguente:

Vecchia Nomenclatura	Nuova Nomenclatura
cannone da 12 GRC ret	cannone da 149 G
cannone da 15 GRC ret	cannone da 120 G
cannone da 9 ARC ret	cannone da 87 A
mortaio da 15 AR ret	mortaio da 149 A

2. I seguenti modelli armarono la fortificazione italiana a partire dal periodo 1905-1910 rimanendo in servizio sino al secondo conflitto mondiale:

Materiale	B.d.f	Lunghezza b.d.f. (cm)	Peso tot. b.d.f. (kg)	Peso otturatore (kg)	Peso granata (kg)	Gittata max. (m)
149/35	acciaio al nich.	546	4160	82	46	17.500
120/40	"	527	2334	50	24	12.500
75/27 (06)	"	225	345	27	6,3	10.000

La *bocca da fuoco* del cannone da 75/27, impiegata in caverna, era dotata di un tubo di allungamento della volata, della lunghezza di 40 cm per impedire i gas della carica di lancio in uscita dalla volata stessa, penetrassero nella caverna.

Terminato il primo conflitto mondiale si passò ad una nuova nomenclatura, tuttora in uso, che prevede l'indicazione del calibro della bocca da fuoco sempre in millimetri e la lunghezza in calibri (quante volte il calibro della bocca da fuoco sta nella lunghezza della stessa) es. 149/35.

Artiglieria (classificazione per il 1800)

I tipo: Mortai	Lunghezza dell'anima (interno) inferiore a 10 calibri; cariche relativamente basse rispetto al peso del proiettile, spara con la massima elevazione e quindi scavalca mura ed altri ostacoli;
II tipo: Obici	Lunghezza dell'anima tra 10 e 20 calibri; tiri di arcata contro obiettivi non visibili impiegando proiettili più grandi di quelli dei cannoni; maggior gittata dei mortai; angoli di elevazione fino a 30°, comunque maggiori dei cannoni, minori dei mortai;
III tipo: Cannoni	Lunghezza dell'anima oltre 23 calibri, grande gittata tanto maggiore quanto maggiore la lunghezza; traiettoria tesa.

Tutte ad Avancarica ed Anima Liscia

Artiglieria da campagna:	Organizzata per accompagnare le truppe in movimento.
Granata:	È così chiamata ogni “bomba” che si scaglia con le armi da fuoco quali obici, cannoni, ma anche mortai.
Cannone Petriero	A palle di pietra.

Munizioni dell’epoca napoleonica

- | | |
|------------------------|--|
| – Palla rotonda | Pari al calibro del cannone (contro fortezze), |
| – Boites à balles | Scatole a mitraglia cioè un contenitore con un certo numero di pallottole da fucile, sbarre di ferro (contro truppe). |
| – Palle cave (granate) | Riempite di esplosivo con miccia (spoletta) per provocare l’esplosione; in genere usate negli obici (contro edifici, baracche; ecc.) |
| – Calibro | diametro dell’anima (interno) della canna di un’arma da fuoco espresso in millimetri. |

All’estero si è molto usata la misura del calibro in centesimi di pollice¹, esempi:

	mm	indicato come calibro
2201	5.6	22
2500	6.35	25
3008	7.63	32
3200	8.14	320
3580	9	38
3800	9.65	380
4500	11.43	450

¹ Nell’antichità si è molto usata la misura del “calibro nominale” che non quello metrico. Il calibro nominale rappresentava il numero delle palle sferiche di piombo, di calibro uguale a quello della canna, che formavano il peso di una libbra. Ad esempio: calibro 16 significa che 16 palle sferiche di piombo, del calibro dell’anima, formavano una libbra.

Poiché il peso di una libbra variava da località a località si adottò la seguente equivalenza internazionale (oggi valida per le armi da caccia):

calibro	equivale a mm.
8	21
10	19.3
12	18.3
14	17.4
16	17
20	15.8

Bibliografia

E. Castellano, *Distruggete lo Chaberton*, Torino 1984.

C. Montù, *Storia dell'Artiglieria Italiana*, Vol. VII, Roma 1941.

Museo Storico Italiano della Guerra, *Fortificazioni*, b. 103, fasc. 2 «Classificazione delle artiglierie».

12. Appendice Documentaria

Appendice documentaria

Al capitolo 2

App. 2. 1.1

Norme per la fornitura e per le prove uniformi del cemento Portland, compilate dal Regio Ministero del Commercio, dell'Industria e dei Lavori Pubblici di Prussia, secondo la direzione riveduta del 28 luglio 1887.

App. 2.1.2

Norme generali per la fornitura dei cementi occorrenti per l'esecuzione della fognatura nella città di Torino (1894).

App. 2.1.3

Capitolato per le forniture del cemento portland, per servizio dell'Amministrazione francese dei Ponts et Chaussées. (nella sua dizione più recente (1896) in cui venne tenuto conto delle conclusioni formulate al riguardo dalla Commissione dei metodi di saggio dei materiali da costruzione).

Al capitolo 4

ISCAG, CIAG, inv. provvisorio ISG 1, fasc. 1.

App. 4.1.1

1868, dicembre 11. Firenze. Ministero della Guerra. Direzione Generale d'Artiglieria e del Genio. Div. Materiale del Genio. Sez. 1°. Oggetto: Norme per lo studio dei tipi da adottarsi nella compilazione dei progetti di opere fortificatorie permanenti, ond'esse risultano alle moderne artiglierie. Firmato: Ettore Bertolè Viale.

App. 4.1.2

1869, luglio 30. Firenze. Ministero della Guerra. Direzione Generale del Genio. Divisione Materiale del Genio. Sez. I. Oggetto: Tipo di un forte staccato di prima linea per piazza di primo ordine. Firmato: il ministro Ettore Bertolè Viale.

App. 4.1.3

1870, febbraio 1. Commissione permanente per la difesa dello Stato. Verbale di deliberazione n. 54 Seduta del 1 febbraio 1870. Presidenza di S.A. R. il Principe Eugenio di Savoia Carignano, Presidente Sono presenti alla seduta i Luogotenenti Generali: Conte di Pettinengo, S. E. Conte Menabrea, Cav. L. Valfrè, Conte Petitti, Comm. F. Brignone, Comm. Cosenz, March. Ricci, Comm. Ricotti; ed i Maggiori Generali Comm. Longo e A. Brignone. Firmato: Eugenio di Savoia; il Mag. Gen. A. Brignone.

App. 4.1.4

1870, febbraio 19. Ministero della Guerra. Direzione Generale d'Artiglieria e Genio. A S. E. il presidente del Comitato del Genio Firenze. Oggetto: progetto di Tipo di forte staccato di (prima) linea per piazza forte di 1° ordine. Firmato: il Ministro Ettore Bertolè Viale.

App. 4.1.5

1870, dicembre 9. Firenze. Comitato del Genio Militare. Norme Generali per la compilazione di progetti di fortificazione mista. Annesso alla deliberazione n. 3142. Firmato: il presidente del Comitato F. L. Menabrea.

App. 4.3.1

1881, aprile. Comitato degli Ispettori d'Artiglieria e Genio. Dal Comando del Corpo di Stato Maggiore, Sezione informazioni, *Note relative alle fortificazioni austriache esistenti ed in progetto nella zona di frontiera verso l'Italia*, aprile 1881.

Al capitolo 6. 2.

ISCAG, Archivio Storico dell'Arma del Genio, Guerra Italo-Austriaca 1915-1918, b. 505, fasc. 6.

App. 6.2.1

1915, giugno 29. Comando della I Armata. Comando del Genio. All'Ispettorato Generale del Genio presso il Comando Supremo. Prot. n. 260. Oggetto: Opera Verena. Firmato: Il Ten. Gen. comandante del Genio d' Armata Mirandoli.

App. 6.2.2

1915, luglio 2. Quartiere Generale della I Armata. Comando del Genio. All'Ispettorato Generale del Genio. Comando Supremo. 348 di Protocollo. Oggetto: Promemoria circa i danni riportati dalle strutture cementizie del Forte Monte Verena: redatto in base ad un incartamento del V Corpo d' Armata (S. E. Aliprindi). Firmato: Il Ten. Gen. comandante del Genio di Armata Mirandoli.

App. 6.2.3

1915, luglio 12. Oggetto: Verbale della commissione di inchiesta nominata per l'esame del forte Verena, dopo il sofferto bombardamento con mortaio da 305. Firmato: la commissione Cap. Lastrico, Col. Strazzeri. Mag. Gen. Angelozzi.

App. 6.2.4

1915, luglio.... Verona. Comando della Prima Armata. Comando del Genio. Al Comando della I Armata. Oggetto: Inchiesta sulle strutture del forte Verena. Firmato: il Ten. Gen. Comandante del Genio d'Armata Mirandoli

App. 6.2.5

1915, luglio 16. Comando V Corpo d'Armata. Al Comando della I Armata. Prot. n. 1200 riservatissima. Oggetto: Forte Verena. Risposta al foglio n. 20000 R. S. 3 corrente mese. Firmato la commissione Cap. Lastrico, Colon. Strazzeri. Mag. Gen. Angelozzi.

App. 2.1.1.

Norme per la fornitura e per le prove uniformi del cemento Portland, compilate dal Regio Ministero del Commercio, dell'Industria e dei Lavori Pubblici di Prussia, secondo la direzione riveduta del 28 luglio 1887¹.

- I. In via normale il cemento Portland verrà posto in commercio in botti del peso lordo di 180 kg, e circa 170 Kg di peso netto, mezze botti del peso lordo di 90 Kg e circa 83 di peso netto, sacchi di 60 Kg di peso lordo.
Le botti e i sacchi debbono portare la marca di fabbrica e l'indicazione del peso in scrittura chiara.
- II. Secondo l'uso al quale è destinato si domanderà cemento portland a lenta presa, oppure cemento portland a rapida presa. Si devono denominare cementi a presa lenta quelli che fanno presa non prima di due ore dopo l'esecuzione dell'impasto.
- III. (...)
- IV. Il cemento portland deve essere macinato in polvere così fina da non lasciare più del 10% di residuo sopra lo staccio di 900 maglie per cm².
- V. Il Cemento portland a lenta presa, impastato con tre parti di peso di sabbia normale per ogni parte in peso di cemento, dopo 28 giorni, dei quali uno passato all'aria e 27 sotto l'acqua, deve offrire una resistenza alla trazione di almeno 16 Kg/cm², ed alla compressione di almeno 160 Kg/cm².
I cementi a presa semilenta presentano dopo 28 giorni resistenza inferiore.

¹ G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, Manuali Hoepli, Milano 1903 (2°ed.), pp. 22-23.

App. 2.1.2

Norme generali per la fornitura dei cementi occorrenti per l'esecuzione della fognatura nella città di Torino (1894)².

Qualità dei cementi e requisiti ai quali devono soddisfare-

I cementi da impiegarsi in questi lavori saranno di due qualità o marche, che dovranno sempre presentare gli stessi caratteri tipici, che sono i seguenti:

Cemento uso portland di prima qualità:

- a) Peso non inferiore a grammi 1150 per ogni decimetro cubo. Quando un campione sarà di peso inferiore, la fornitura di cui fu ricavato sarà dichiarata sospetta.
- b) Finezza di macinazione
Residuo non superiore al 5% sul setaccio di 900 maglie e non superiore al 25% su quello di 5000 maglie.
- c) Resistenza alla trazione dei provini di pasta di cemento puro o di malta normale di cemento dopo 7 giorni. Rispettivamente Kg 27 e Kg 6,5 per cmq.
Se saranno raggiunti questi minimi normali sarà immediatamente permesso l'impiego della provvista in esperimento.
Se poi la resistenza, pur essendo inferiore a questi minimi raggiunge rispettivamente Kg 25 e Kg. 6 per cmq la spedizione sarà dichiarata sospetta e per intanto ne sarà permesso l'impiego, ma con le riserve di seguito esposte.
- d) Resistenza alla trazione dei provini di pasta di cemento puro o di malta normale di cemento dopo 28 giorni, rispettivamente Kg 35 e Kg 8.5 per cmq.
Se in questo caso l'aumento di resistenza sulla 1° esperienza sarà rispettivamente inferiore a Kg 7 e Kg 2 per cmq, la fornitura sarà dichiarata scadente e potrà, a giudizio esclusivo dell'Ingegnere capo, essere ammessa per i lavori da eseguirsi con cemento di seconda qualità quando siano raggiunti i minimi normali stabiliti per tale qualità o marca.

Cemento uso portland di seconda qualità:

- a) Peso non inferiore a grammi 1100 per ogni decimetro cubo. Quando un campione sia di peso inferiore, la fornitura sarà dichiarata sospetta.
- b) Finezza di macinazione. Residuo non superiore al 4% sul setaccio di 900 maglie e al 20% su quello di 5000 maglie.
- c) Resistenza alla trazione dei provini di pasta di cemento puro o di malta normale di cemento dopo 7 giorni. Rispettivamente Kg 20 e Kg 4,5 per cmq.
Quando la resistenza del campione, pur non raggiungendo questi minimi normali, non sia inferiore rispettivamente a Kg 17 e a Kg 4 per cmq, la fornitura sarà dichiarata sospetta, ma in via provvisoria potrà permettersene l'impiego.

² G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, Manuali Hoepli, Milano 1903 (2°ed.), pp. 23-25

- d) Resistenza dei provini di pasta di cemento puro o di malta normale di cemento dopo 28 giorni. Rispettivamente Kg 25 e Kg 6,5 per cmq. Se non saranno raggiunti questi minimi normali e se nel secondo esperimento non si otterrà, per la fornitura dichiarata sospetta, un aumento sui risultati della prima esperienza rispettivamente di Kg 7 e Kg 2, la fornitura sarà dichiarata scadente e si applicherà una deduzione di lire 1,50 per ogni 100 kg di cemento impiegato, e la residua parte sarà senza eccezione rifiutata.

App. 2.2.3

Capitolato per le forniture del cemento portland, per servizio dell'Amministrazione francese dei Ponts et Chaussées. (nella sua dizione più recente (1896) in cui venne tenuto conto delle conclusioni formulate al riguardo dalla Commissione dei metodi di saggio dei materiali da costruzione)³.

Il cemento Portland

Art. 1. Il cemento Portland dovrà provenire esclusivamente dall'officina della ditta fornitrice, esso sarà prodotto con la macinazione di rocce scorificate ottenute col mezzo della cottura, fino a rammollimento, di un miscuglio intimo di carbonato di calcio e di argilla, rigorosamente dosato, chimicamente e fisicamente omogeneo in tutte le parti.

Controllo della fabbricazione in officina.

Art. 2. L'amministrazione si riserva il diritto di esercitare il controllo sulle condizioni che essa determinerà per la fabbricazione, la conservazione in magazzino all'officina e la spedizione del cemento che dovrà venir fornito conforme al presente capitolato.

A tale scopo l'ingegnere o chi per esso avrà acceso in qualunque tempo nelle parti dell'officina destinate a quella fornitura, e potrà: prendere tutte le disposizioni che giudicherà necessari per assicurarsi della composizione degli impasti crudi impiegati nella fabbricazione destinata all'Amministrazione; controllare la cernita dopo la cottura; seguire il cemento dalla cernita sino ai magazzini speciali ove verrà collocato dopo la magica; controllare la piombatura speciale all'uscita della e la spedizione del detto cemento; preporre degli agenti speciali che restino in permanenza all'officina per gli scopi di cui sopra.

Art. 3. Allorché il controllo esercitato dell'officina avrà fatto constatare, nella fabbricazione del cemento, delle irregolarità o delle imperfezioni che sarebbero di natura tale da ispirare dei dubbi sulla qualità, la totalità del cemento la cui fabbricazione avrà dato luogo a questa constatazione sarà dichiarata sospetta, e dovrà essere conservata dal fabbricante nei magazzino dell'officina sotto chiave dell'Amministrazione sino all'ultimazione delle prove, eseguite per un periodo di tre mesi, alle quali saranno sottoposte nel laboratorio dell'Amministrazione i campioni prelevati dall'agente incaricato del controllo.

³ G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo ed in cemento armato*, Manuali Hoepli, Milano 1903 (2°ed.), pp. 26-41.

Il fornitore avrà però sempre la facoltà di sottrarsi all'obbligo di conservare così nei propri magazzini, durante un periodo prolungato, i cementi dichiarati sospetti, rinunciando a fornirli all'Amministrazione; questi cementi saranno allora considerati come definitivamente rifiutati e la spedizione non potrà venire fatta.

Verifiche prove dopo l'arrivo magazzino.

Art. 4. Ogni fornitura parziale di cemento sarà suo arrivo al cantiere, verificata per costatare che il cemento sia perfettamente secco. Saranno rifiutati tutti i sacchi che abbiano subito umidità e il contenuto non sia completamente e assolutamente polverulento.

La parte di cemento riconosciuta ammissibile dal punto di vista dell'essiccazione sarà sottoposta alle prove stabilite dagli articoli 5 e 21 del presente capitolato relative: alla densità del cemento; alla composizione chimica; alla durata della presa; alla deformazione a freddo dopo la presa; alla deformazione a caldo dopo la presa; alla resistenza a trazione dei provini di cemento puro; alla resistenza a trazione dei provini di malta di cemento con sabbia normale.

Perciò l'Ingegnere o il suo delegato farà prendere del cemento in uno o più sacchi, scelti arbitrariamente alla profondità e nei punti che egli indicherà, senza mescolare cementi di sacchi diversi. Indi procederà alle prove osservando le norme prescritte. Ciascuno dei campioni così preso dovrà separatamente soddisfare alle condizioni prescritte negli articoli seguenti; le disposizioni da prendersi riguardo alla totalità della fornitura saranno quelle che converranno al campione che avrà dato le prove meno soddisfacenti.

Il fornitore o il suo rappresentante avrà il diritto di assistere alle prove; se un'operazione parziale gli sembrava stata fatta senza le precauzioni prescritte dal presente capitolato, egli lo farà immediatamente costatare in contraddittorio dall'agente preposto alle prove e lo segnalerà immediatamente per iscritto all'Ingegnere, senza di che l'operazione in questione non potrà più servire di base da alcun reclamo in caso d'insuccesso finale delle prove.

L'ora alle quale le prove di ogni fornitura saranno incominciate nel laboratorio dell'Amministrazione verrà indicata alla Ditta fornitrice col preavviso di almeno tre ore. Nel caso in cui né il fornitore né il suo rappresentante non si presenteranno al laboratorio all'ora indicata, si passerà oltre; tutte le operazioni che verranno per tal modo eseguite in assenza del fornitore o del suo rappresentante, saranno considerate come regolarmente eseguite ed il fornitore non sarà ammesso a contestarne i risultati. (...)

Prove con l'impasto di cemento puro. Confezione dell'impasto normale di cemento puro.

Art. 8. In tutte le prove con il cemento puro, il cemento sarà impastato con l'acqua di mare. Durante l'esperimento, il cemento, l'acqua e l'aria ambiente saranno mantenuti per quanto possibile ad una temperatura fra 15 e 18 gradi. Si opererà sempre sopra 1 kg di cemento che verrà steso sopra una tavola di marmo formando una corona nel centro della quale si verserà tutto in una volta la quantità d'acqua necessaria per la confezione dell'impasto. Il miscuglio sarà impastato energicamente con la cazzuola durante 5 minuti contati a partire dal momento in cui l'acqua sarà stata versata. La proporzione d'acqua da impiegare nell'impasto sarà la stessa per tutte le prove simultanee di uno stesso campione nella stessa giornata.

Questa proporzione, che si otterrà previamente con una serie di tentativi, sarà determinata in modo da ottenere per l'impasto convenientemente eseguito la consistenza plastica normale definita dalla condizione che segue. Un recipiente metallico impermeabile di forma tronco-conica avente m 0,07 di diametro alla base inferiore, m 0,09 di diametro alla base superiore e 0,04 di profondità verrà riempito di pasta e se ne congraglierà la superficie facendo scorrere il piatto della cazzuola sull'orlo superiore della forma ed evitando ogni costipamento e ogni trepidazione.

Nel centro della massa così formata si farà penetrare lentamente con precauzione in direzione normale alla superficie della pasta una sonda cilindrica del diametro di m 0,01 e del peso di 300 g in metallo liscio, pulita e asciutta, tagliata inferiormente da una sezione netta a squadro.

La consistenza dell'impasto sarà considerata come normale allorché lo spessore dello strato che rimane fra il fondo del recipiente e l'estremità della sonda, nel momento in cui questa cessa di penetrare sotto l'azione, del proprio peso sarà di metri 0,006.

Per determinare la proporzione d'acqua che deve essere adottata per la confezione dell'impasto delle prove si farà da prima l'impasto con una quantità di acqua abbastanza scarsa per dare un impasto sufficientemente asciutto tale che la sonda non abbia a penetrare sino alla profondità sopra indicata, indi si ricomincia l'operazione il numero di volte necessario aumentando ogni volta 20 g il peso dell'acqua. Allorché due prove consecutive avranno dato l'una un impasto troppo secco (che lascia al di sotto dell'estremità della sonda uno spessore di pasta superiore a 6 mm) e l'altra una pasta troppo molle (che lascia al di sotto della sonda uno spessore inferiore ai 6 mm), si farà un'ultima esperienza con 10 g d'acqua di meno di quella impiegata nell'operazione che avrà dato la pasta troppo molle.

Si adotterà allora, come proporzione d'acqua per le prove la più debole proporzione di acqua impiegata nelle tre ultime esperienze, per la quale lo spessore della pasta al di sotto della sonda non abbia ecceduto metri. 0,006.

Non si faranno mai presagi sulla pasta contenuta in uno stesso recipiente.

In relazione ai tentativi fatti nel modo sopra indicato l'Ingegnere o il suo delegato stabilirà in definitiva la proporzione dell'acqua da adottarsi.

Tuttavia la proporzione dell'acqua così determinata potrà, a richiesta del fornitore, essere aumentata dell'1% al più.

Risultati che si esigono con i provini di cemento puro.

Art. 13. La resistenza alla trazione dei provini di cemento puro al termine di 7 giorni dovrà essere almeno di 20 kg per cmq della sezione minima dei provini stessi. Essa dovrà essere di almeno 35 Kg per cmq al termine del 28°giorno. Ogni fornitura parziale da cui provenisse un campione non soddisfacente a queste due condizioni sarà rifiutata.

Art. 14. La resistenza per cmq dei provini di cemento puro constatata al termine di 28 giorni, dovrà inoltre superare almeno di 5 Kg quella constatata al termine di 7 giorni; in caso contrario la fornitura parziale da cui proviene il campione provato sarà dichiarata sospetta.

Art. 15. La resistenza per cmq dai provini di cemento puro constatata al termine di 84 giorni dovrà essere almeno di 45 kg. Inoltre essa dovrà superare la resistenza constatata al termine di 28 giorni ove questa non abbia raggiunto almeno 55 Kg. Ogni fornitura parziale da cui provenisse un campione non soddisfacente a queste due condizioni verrà rifiutata.

Risultati che si richiedono dai provini di malta normale di cemento e sabbia.

Art. 19. La resistenza della malta con sabbia normale al termine del settimo giorno dovrà essere almeno di 8 Kg per cmq della sezione dei provini. Essa dovrà raggiungere almeno 15 Kg per cmq al termine del 28°giorno. Ogni fornitura parziale da cui provenisse un campione non soddisfacente a queste due condizioni verrà rifiutata.

Art. 20. La resistenza per cmq della malta di sabbia normale constatata al termine di 28 giorni dovrà inoltre superare quella constatata al termine di 7 giorni di almeno 2 Kg; in caso contrario la fornitura parziale da cui proviene il campione provato sarà dichiarata sospetta.

Art. 21. La resistenza per cmq della malta di sabbia normale, constatata al termine di 84 giorni dovrà essere almeno di 18 Kg, ed inoltre superare in ogni caso la resistenza constatata al termine di 28 giorni.

Ogni fornitura parziale da cui provenisse un campione non soddisfacente a queste due condizioni verrebbe rifiutata.

Secchezza dei cementi all'uscita dei magazzini.

Art. 22. Ogni sacco di cemento che risulti umido in modo che il contenuto non sia ben polverulento in tutte le sue parti, al momento dell'uscita dal magazzino per venire impiegato, sarà rifiutato ancorché nell'insieme la fornitura sia ricevuta.

Metodo di consegna.

Art. 23. Il cemento sarà fornito in sacchi pesanti ciascuno di 50 Kg netti. I sacchi saranno cuciti all'interno e chiusi con un sigillo a piombo con la marca dell'Amministrazione. (...) La spedizione potrà essere fatta con battello o con ferrovia a rischio e pericolo del fornitore. All'arrivo di ogni spedizione e prima dello scarico le bollette di accompagnamento saranno comunicate all'Ingegnere.

App. 4.1.1

Firenze, 11 dicembre 1868

Ministero della Guerra

Direzione Generale d'Artiglieria e del Genio

Div. Materiale del Genio Sez. 1°

Oggetto: Norme per lo studio dei tipi da adottarsi nella compilazione dei progetti di opere fortificatorie permanenti, ond'esse risultano alle moderne artiglierie

S. A. R. il Principe di Carignano, Presidente della Commissione permanente per la difesa generale dello Stato () presentava a questo Ministero il Piano generale di difesa della Penisola Italiana, elaborato dalla Commissione stessa accompagnato da relazioni colla quale si porge il riassunto degli studi fatti per giungere a concretarlo e si espongono i concetti, principi e criteri cui il medesimo s'informa nell'insieme e nelle sue parti, terminando con il richiamare l'attenzione sull'utilità di far procedere senza indugio la redazione dei progetti delle nuove opere proposte e di sistemazione dell'esistente, dallo studio di tipi di opere capaci di resistere alle artiglierie moderne onde informare ad essi i progetti stessi, e ciò col concorso delle armi d'Artiglieria e Genio. Nell'esame di tale importante lavoro dovetti convincermi quanto fosse opportuno questo suggerimento ed il metterlo in atto per guisa da ottenerne tutto il buon risultato che la pregiata Commissione e questo Ministero se ne ripromettono e a ben ragione. Infatti anche prescindendo dal riconoscere come una necessità lo stabilire delle varianti di massima riguardo alla postazione delle opere di fortificazione al tracciato ed al profilo di esse in presenza del gran progresso che si è verificato da qualche anno nelle armi da fuoco, a parte anche il dover mettere possibilmente le fortificazioni in correlazione colle grandi operazioni della guerra moderna, egli è solo utile ma necessaria la compilazione di siffatti tipi sulla considerazione che trattasi di provvedere all'attuazione del piano di difesa di una Nazione quale, appena testè costituita, non potè finora provvedere alla propria sicurezza dietro un concetto in grande, unico e tale da potersi acconciare a qualunque evenienza; avendo essa bensì qua e là fortezze di un certo riguardo, ma che furono progettate sotto punti di vista più ristretti e talvolta opposti all'interesse nostro, od allo scopo di provvedere alle circostanze del momento coi mezzi di cui poteva disporre, ed in tempi che le Artiglierie erano ben lungi dal grado di potenza che hanno oggi acquistato. Epperò in tanta varietà di fortificazioni che ha l'Italia e nell'incontestabile necessità di coordinarle,*

di modificarne radicalmente non poche e di crearne taluna al fine di provvedere nel miglior modo alla difesa del suo territorio, quale venne costituito di rivolgimenti di questi ultimi anni, e più che ovvio il concludere che fa di mestieri il designare agli Ingegneri Militari, destinati a sviluppare con progetti parziali il piano generale di difesa, quei principi dai quali debban tutti far capo affinché i loro lavori possano corrispondere a tale grande ed unico concetto. Altrimenti lasciando ad essi tutta la libertà d'azione, anco riguardo alle basi dei loro studi, non si verrebbe che ad accrescere la grande varietà che esiste nelle attuali nostre piazze di guerra, ed a menomare di molto i risultati dei quali può essere fecondo il piano generale di difesa il meglio concepito. È dunque a ritenersi essere indispensabile il procurarsi anzitutto dei tipi che, oltre a facilitare di molto il compito della Direzione del Genio, diano a' studi di esse quel carattere di razionale omogeneità che sarà poi per ogni rapporto vantaggioso. Ed anche quando circostanze locali o la condizione delle opere preesistenti imponessero e consigliassero di seguire negli studi una traccia determinata che più o meno dai Tipi si discostasse, lo scopo di questi pure in tali casi raggiunto sarebbe, dovendosi e potendosi in allora seguire egualmente nei principi tuttoché non si potesse farlo per quanto alla forma. Anzi, per massima, i Tipi saranno da considerarsi ognora essenzialmente come una buona e sicura guida per i progetti di Fortificazioni e solo in rarissime circostanze un modello nel senso materiale della parola. Ma perché le varianti che all'atto pratico saranno talvolta costretti i redattori dei singoli progetti ad introdurre a Tipi siano meno sostanziali e numerosi, converrà che venga dato il suo tipo per ogni grande classificazione di fortilizi: e così le Piazze forti di primo rango in pianura, le (congeneri) in terreno accidentato, quelle d'ordine secondario nell'una e nell'altra di queste circostanze di suolo, i posti isolati di montagna, le stazioni militari navali a tenore della loro importanza, potranno avere un tipo a parte, ed altri ancora, ove occorra, se ne potranno adottare giusta quanto sarà per risultare necessario nello studio particolare della materia. È mia intenzione pertanto di affidare la redazione di questi Tipi ad una Commissione composta da Ufficiali del Genio d'Artiglieria. Ma perché detta a suo tempo possa assumerlo senza esitanza per difetto di una buona traccia, perché le sia facilitato il compito ed il suo lavoro riesca soprattutto della più pratica attuazione, reputo conveniente anzitutto che sia fin d'ora compilato un programma ben definito e completo il quale possa essere una sicura norma alla detta Commissione nella compilazione dei Tipi. Esso programma avrà per oggetto di stabilire nel modo più concreto, in correlazione del piano generale sopra ricordato della Commissione permanente per la difesa dello Stato e delle esigenze delle Artiglierie moderne, di quale specie ed in qual numero dovranno essere i Tipi di cui trattasi e di formulare i precetti e le norme tutte secondo le quali ciascun di essi avrà da essere redatto. Dalla compilazione di questo programma credo poi opportuno incaricare due Ufficiali Generali, dei quali uno appartenente all'Arma d'Artiglieria, l'altro a quello del Genio scelti all'uopo fra tutti i Membri dei Comitati delle Armi stesse e nominate ciascuno*

dal proprio Presidente. Questi Ufficiali Generali per compiere il loro mandato, in Firenze stessa, e cioè sul riflesso che stante il numero ristretto dei membri componenti codesto Comitato stesso si troverebbe, con danno al servizio, costretto a sospendere le sue sedute durante il tempo occorrevole alla Commissione ed estendere il chiestole programma. Non appena questa redazione sarà compiuta, il più anziano dei due Generali sopradetti farà pervenire al Ministro direttamente il programma, accompagnato da una succinta Relazione spiegatizia delle basi e dei concetti secondo i quali venne il medesimo informato per quegli ulteriori provvedimenti che saranno per occorrere. Ciò posto debbo pregare l'E. V. a volere designare a questo Ministero quanto prima l'Ufficiale Generale di Codesto Comitato, cui Ella crederà di affidare l'incarico, ed al quale si compiacerà di impartire le di Lei istruzioni perché, tosto giunto in Firenze l'Ufficiale Generale delegato dal Presidente del Comitato d'Artiglieria, posa accingersi in concorso del medesimo alla immediata redazione del programma, non senza accennargli come questo Ministero gradirebbe che il lavoro gli venga rimesso con ogni possibile sollecitudine onde procedere fra breve alla nomina dell'altra Commissione compilatrice dei tipi, il cui compito esigerà un certo tempo per essere ultimato, mentre è necessario che i Tipi siano in pronto nei primi mesi del venturo anno onde le Direzioni del Genio possano nella primavera dar mano a quegli studi di dettaglio relativi ai vari punti fortificati della penisola dei quali il Ministero vorrebbe avere i progetti compiuti entro il 1869. Mi pregio finalmente di accennarle che comunicazioni simili alla presente vien fatta in data d'oggi al Presidente del comitato d'Artiglieria.

Firmato

Ettore Bertolè Viale

App. 4.1.2

Firenze, 30 luglio 1869.

Ministero della Guerra

Direzione Generale d'Artiglieria e del Genio

Divisione Materiale del Genio

Prot. n. 5593.

Oggetto: Tipo di un forte staccato di prima linea per piazza di primo ordine.

Al Sig. Reggente la Presidenza del Comitato del Genio. Firenze.

Nel presentare il suo piano generale di Difesa, dalla Commissione Permanente per la difesa generale dello Stato veniva fra l'altro proposto lo studio di speciali tipi per le opere di fortificazioni tali da poter essere in correlazione con la potenza attuale delle Artiglierie e da servire di norma alla Direzione del Genio nella compilazione dei relativi progetti. Ritenuta conveniente siffatta proposta, da questo Ministero per la compilazione dei Tipi in discorso fu convocata un'apposita Commissione presieduta dal Sig. Maggiore Generale Celestino Sachero e composta dai Signori Maggiori Nagle d'Artiglieria e Malvani e Guarasci del Genio, la quale ha testè prodotto un primo suo progetto- tipo di un forte staccato di prima linea per Piazza di 1° ordine in pianura che questo Ministero pregiassi ora comunicare alla S. V. insieme al programma precedentemente concretato dietro a studi all'uopo praticati da Ufficiali Generali d'Artiglieria del Genio. Da un primo esame portato tanto sulla relazione che sui due disegni costituenti il progetto Tipo in parola si è ben potuto rilevare come la Commissione ora detta si sia con tutto il possibile impegno dedicata a superare le gravi difficoltà inerenti al problema propostole e come anche in questa sua prima compilazione abbia lodevolmente corrisposto al suo compito. Tuttavia lo scrivente non ha potuto a meno di rimarcare che la spesa di L. 2.700.000, computata per ciascuno di questi forti di prima linea e che nell'atto pratico varie circostanze di località potrebbero concorrere con tutta probabilità accrescere anziché diminuire, è in realtà troppo grave sia rispetto alle previsioni del piano generale di difesa dello Stato, sia in relazione alle risorse assai limitate che potrà offrire il Paese per l'attuazione del piano stesso. (...) emerge quindi da tutto ciò la necessità di dovere arrivare al modo di diminuire il costo dei Tipi in parola per riportarli alla voluta sua proporzione ed è appunto su tale particolare che questo Ministero richiama tutta l'attenzione di codesto Comitato, affinché siano proposte nell'unito progetto quelle modifiche

che potranno riconoscersi adatte ad ottenere fin dove sia dato la voluta economia; non senza però soddisfare alla condizione che l'opera abbia a conservare pur sempre il voluto suo valore difensivo; stanteché deve essere poi lasciato nei casi particolari alle Direzioni stesse del Genio d'introdurre nell'applicare il tipo definitivo prescelto, quelle varianti e maggiori riduzioni di spesa che per favorevoli circostanze di luogo risulteranno ammissibili.

Lo scrivente starà pertanto in attesa di conoscere a suo tempo dalla S. V. i risultati di siffatta disamina. Siccome poi il pregiato Sig. Generale Sachero avrebbe testé accennato come a vece di una Commissione i cui membri debbano anche corrispondere alle loro attribuzioni ordinarie sarebbe forse più opportuno l'affidare lo studio di tutti gli altri tipi di fortificazione ad un solo Ufficiale Superiore di ciò esclusivamente incaricato e debitamente coadiuvato per poi sottoporre l'operato al giudizio di una Commissione da riunirsi soltanto periodicamente, così lo scrivente prega nella circostanza la S. V. a volere anche in merito a tale suggerimento far conoscere le vedute di Codesto.

Firmato

Il Ministro

Bertolè Viale

App. 4.1.3

Firenze, 1 febbraio 1870

Commissione Permanente per la Difesa dello Stato

Verbale di deliberazione n. 54 Seduta del 1 febbraio 1870

Presidenza di S.A. R. il Principe Eugenio di Savoia Carignano, Presidente

Sono presenti alla seduta i Luogotenenti Genrali: Conte di Pettinengo, S. E. Conte Menabrea, Cav. L. Valfrè, Conte Petitti, Comm. F. Brignone, Comm. Cosenz, March. Ricci, Comm. Ricotti; ed i Maggiori Generali Comm. Longo e A. Brignone

Aperta la seduta S.A.R. il Principe Presidente fa dar lettura al Segretario della Commissione del Dispaccio ministeriale in data 25 gennaio 1870 n. 992, Div. ne Mat. le del Genio, sez. 1°, dal quale emerge che la Commissione permanente per la difesa generale dello Stato è chiamata ad esprimere il suo parere: sopra un progetto di tipi di forti staccati di prima linea per piazza da guerra di primo ordine compilato da apposita Commissione speciale di Ufficiali delle Armi d'Artiglieria e Genio e già esaminato dal Comitato del Genio, con incarico di formulare nuove norme direttive per le modificazioni da introdursi nel progetto (....)

Riassumendo tutte le sue esposte conclusioni la Commissione permanente per la difesa generale dello Stato è di parere che nel nuovo studio di forte staccato di prima linea per Piazze da guerra di prim'ordine si abbiano a seguire le norme direttive seguenti:

1° l'ampiezza e l'importanza del forte devono essere ragguagliate sulla base:

- a) Che la profondità di campo trincerato ossia la distanza tra la corona dei forti di prima linea e la cinta principale non ecceda i tre chilometri;*
- b) che la distanza dei forti di prima linea fra loro non ecceda i due chilometri;*
- c) che l'armamento massimo di ogni forte sia costituito da 60 bocche da fuoco;*
- d) che il presidio massimo d'ogni forte sia di 800 uomini;*

2° Il forte non dovrà avere ridotto interno, ma la porta d'accesso all'opera dovrà essere coperta internamente in modo da proteggere la ritirata dei difensori quando abbiano a sgombrare il forte

3° Il tracciato del forte deve essere poligonale studiando una chiusura di gola che poco disti alle migliori condizioni difensivi restringendo naturalmente l'attuale profondità del forte e la sua ampiezza interna senza diminuire sensibilmente l'estensione del fronte principale d'attacco.

4° Il fronte a le faccie del forte potranno essere sviluppate da un antifosso o spalto se ciò sia riconosciuto necessario per fornire la terra occorrente alla costruzione dell'opera

5° Il comando del forte sulla campagna non deve essere minore di metri 8 ed in ogni caso vuole essere stabilito in modo che i ricoveri a prova fatto il terrapieno riescano a livello del terreno naturale o di poco interrati.

6° L'altezza di terra ricoprente i volti tanto dei ricoveri che delle caponiere deve essere fissata in modo da assicurare i volti contro i tiri curvi e per tal fine dovrà quest'altezza essere determinata da apposite deliberazioni del comitato d'Artiglieria.

7° la profondità fosso principale sul fronte d'attacco deve essere limitata a m. 6 sotto il suolo naturale.

8° La larghezza del terrapieno nel fronte d'attacco ed ovunque la difesa debba farsi con artiglierie può essere limitata a m. 14 partendo dalla linea di fuoco del parapetto.

9° I magazzini a polvere principali debbono costruirsi indipendentemente dai parapetti insito apportato nell'interno del forte, conservando però i ripostigli per il servizio dei pezzi in batteria

10° I ricoveri alla prova per uomini e materiali debbono essere ragguagliati in numero e in ampiezza all'armamento e presidi massimo cioè per 60 bocche a fuoco ed 800 uomini.

La Commissione permanente esprime poi un ultimo desiderio che fra i tipi di cui sarà affidato lo studio sia anche compreso quello compreso d'una Piazza da guerra di primo ordine da cui appariscano tutti gli accessori di difesa come sono le comunicazioni ordinarie e serrate di collegamento fra le varie linee fortificatorie, i magazzini e le caserme che occorrono per il ricovero degli uomini, materiali, eccetera.

Firmato

Il Presidente

Eugenio di Savoia

Il Maggior Generale Membro e Segretario

A. Brignone

App. 4.1.4

Firenze, 19 febbraio 1870.

Ministero della Guerra

Direzione Generale d'Artiglieria e del Genio

Divisione Materiale del Genio. Sez. 1

Prot. n. 1221. Risposta al foglio del 25 gennaio.

Oggetto: progetto di Tipo di forte staccato di (prima) linea per piazza forte di 1° ordine

A S. E. il presidente del Comitato del Genio

Firenze

Lo scrivente Ministero concorrendo in massima nel parere espresso da codesto Comitato con deliberazione n. 2926 dello scorso Dicembre in ordine al progetto di Tipo di forte staccato di 1° linea compilato dall'apposita Commissione presieduta dal Magg. Generale Comandante Sachero, ha trasmesso il progetto e le deliberazione di cui sopra alla Commissione permanente per la difesa generale dello Stato con incarico di pronunziarsi sulle varie inerenti questioni di competenza di essa, poste da quella deliberazione; e di formulare nuove norme direttive per le modificazioni da introdursi nel progetto stesso. Come da annesso verbale di deliberazione n. 54, quell'alto Consesso preso ad esame il progetto ed il quesito di sua competenza mosso da codesto Comitato ha formulato le basi giuste le quali dovrà essere modificato il progetto stesso avvertendo fra l'altro che a suo avviso pei forti staccati non sarebbe indispensabile il munirli di ridotti. Siffatta soppressione dovrebbe sempre vincolarsi alla condizione che l'accesso al forte risulti interamente coperto in modo da proteggere la ritirata dei difensori quando abbiano a sgomberare; per cui può ritenersi che la Commissione permanente con questa parte delle sue proposte non fece che insistere maggiormente sulla convenienza di studiare qualche altra combinazione economica suscettibile di sostituirsi al ridotto conservandone i principali uffici senza averne i difetti (...) Espressa inoltre desiderio, la Commissione permanente di difesa, che fra lo studio dei tipi fosse anche compreso quello generale di una piazza di Guerra di 1°ordine con tutti gli accessori di difesa, studio questo già compreso nel relativo programma e come di ragione posto a seguito a quello dei relativi elementi. Ciò premesso lo scrivente prega l'E.V. di volere dare alle carte che si trasmettono in comunicazione e dagli antecedenti far

desumere da cotesto Comitato le ulteriori norme per la Commissione incaricata di tali studi, dell'opera della quale, riconoscendosene tutta l'utilità, questo Ministero è nell'intendimento di continuare a giovargli; alle quali norme da trasmettersi poscia a questo Ministero si dovrà aggiungere quanto nella ripresa di questa pratica codesto Comitato del Genio trovasse di utile per il più perfetto suo avviamento. Ed in proposito lo scrivente Ministero desidererebbe che l'E.V. richiamerebbe l'attenzione del Comitato.

1° Se trattandosi di fossi di limitatissima lunghezza, le caponniere o mezze-caponniere aventi per unico oggetto di infilarli, debbano regolarsi essenzialmente sull'impiego delle artiglierie come proposte nel suo tipo la Commissione or detta o se non devansi principalmente adattare per il fuoco della Moschettiera che la retrocarica rese così pronto, continuo e micidiale.

2° Se allo stato attuale dell'artiglieria le batterie del modello Haxo siano tutt'ora ammissibili ad onta del vasto bersaglio che esse presenta e della facilità con cui esse possono essere ridotte all'innovazione, e so in massima alle direzioni lungo le quali è improbabile il direttamente controbatterle or convenga rivolgere batterie a campo di tiro limitato e perciò disadatte ad opporsi alla propria distruzione quando il nemico disponga la sua batteria alquanto fuori dal loro campo di tiro.

3° Se trattandosi di un tipo che deve concretare tutte le idee che si andarono manifestando, non si dovrebbe comprendere in caso di sottosuoli asciutti, disposizioni di contromina, specialmente quando si adatta il profilo assegnato dalle Commissioni alla controscarpa che singolarmente ne agevola lo stabilimento, ricoveri per le mobili artiglierie nelle traverse del terrapieno alto, mezzi diretti di comunicazione fra questo e le sottostanti casamatte oltre alle totale per il traffico delle munizioni già comprese dalla Commissione, predisposizione per la ruina delle parti rivolte al corpo di piazza, ed infine la tanto raccomandata risega fra le traverse o berretti ed il ciglio esterno del parapetto onde questi e quelle non intralcino la circolazione sul pendio, cose tutte che in genere erano comprese nel programma, ma che non furono tradotte dalla commissione.

Riguardo infine alla facoltà chiesta da cotesto Comitato di rivolgersi direttamente ad alcune Direzioni dell'Arma onde averne altri studi analoghi a quelli della Commissione speciale dei Tipi, questo Ministero dichiarandosi disposto ad accordarla crede però che sia prima conveniente che codesto Comitato formuli alcune norme generali da darsi a tali Direzioni a seconda della natura dei punti fortificati intorno a cui dovranno essere rivolti gli studi delle medesime.

Firmato
Il Ministro
(Garnieri)

App. 4.1.5

Firenze, 9 dicembre 1870.

Comitato del Genio Militare

Norme Generali per la compilazione di progetti di fortificazioni mista

Annesso alla Deliberazione n. 3142

Proemio

Allorquando prevedesi prossimo lo scoppiare di una guerra, e non di rado a guerra già incominciata, sentesi ordinariamente il bisogno di completare il sistema difensivo dello Stato sia con l'aggiunta di nuovi fortilizi alle piazze esistenti, sia con l'occupazione di alcuni punti importanti sulla frontiera o nell'interno; lavori tutti che non seppero generalmente la possibilità di definire di eseguire durante la pace con mezzi costituenti la fortificazione permanente e che debbasi allora eseguire in base in breve lasso di tempo (4-8 settimane) quei mezzi costituenti la fortificazione improvvisata o mista. Ora se questi lavori non furono dapprima studiati nel loro insieme e nel loro battage si perderà anzitutto un tempo prezioso per proteggerli, e potrà ben anche accadere che essi non rispondono pienamente al loro scopo, e secondariamente a guerra finita quando fosse riconosciuto conveniente di convertire in permanente le opere improvvisate, potrà darsi che quelle malamente vi si prestino e siano perciò necessarie radicali modificazioni con poco frutto delle spese già incontrate.

È quindi evidente il vantaggio di avere tali evenienze già da lunga mano preparati gli studi di tutte le opere necessarie non solo a completare e mettere in stato di difesa le piazze esistenti ed occupare singoli punti della frontiera a ciò designati, ma ben anco ad improvvisare ossia costruzioni miste nell'interno quelle nuove piazze forti giudicate necessarie alla difesa dello Stato e che non si ebbe in pace la possibilità di creare permanenti.

Tali studi vogliono perciò essere considerati come necessario complemento di ogni progetto di fortificazione permanente ed alcuni cenni di istruzioni intorno alla compilazione di progetti di fortificazioni mista od improvvisata facenti seguito a quelli testé emanati per lo studio di forti permanenti, parranno per conseguenza opportuni a servizi di norma della direzione, recentemente incaricati di allestire i progetti di nuove fortificazioni sulla base delle deliberazioni della Commissione permanente per la difesa dello Stato e delle prescrizioni del comitato.

Caratteri della fortificazioni mista

La fortificazioni mista ed improvvisata che vogliasi tiene com'è noto, in mezzo tra la fortificazione campale o passeggera e la permanente; essa partecipa della prima per la natura dei materiali ed onde costituita, deve tentare d'accostarsi possibilmente alla seconda per la robustezza del rilievo del profilo le proporzioni del tracciato, che dovrà in massima presentarsi ad una facile conversione delle opere miste in permanenti, e soprattutto per le garanzie che deve offrire contro un attacco di viva forza e contro l'effetto dei tiri lontani coi quali il nemico tenterà sempre di demoralizzare la guarnigione, rovinare il materiale e preparare un assalto. Si possono per conseguenza sposare i seguenti principi generali, ai quali deve soddisfare la fortificazioni mista.

Principi generali della fortificazioni mista

1° Il profilo deve essere tale da rendere impossibile almeno estremamente difficile, un attacco di viva forza, il quale scopo sarà tanto meglio ottenuto quanto più il comando sarà considerevole, il fosso largo, se in mondato, profondo se secco, le difese accessori più robuste e numerose.

2° I fossi delle parti più importanti più direttamente esposte ad un attacco devono essere fiancheggiati dall'artiglieria o dalle mitragliatrici.

3° Le principali batterie fiancheggiate devono essere sottratte all'azione dei fuochi lontani dall'attaccante. 4° Vi saranno né interno delle opere dei ricoveri per uomini e materiali, capaci di resistere all'urto scoppio delle bombe e dei proiettili di e dei proiettili ogivali tirati sotto grandi angoli di elevazione.

Profilo

Un profilo il quale, senza interferire con i limiti di una pronta esecuzione, soddisfa tuttavia tali condizioni generali sembra essere il seguente desunto dagli esempi delle più recenti costruzioni.

Rilievo dai quattro a 6 m; grossezza di parapetti dai 6 agli 8 m; il terrapieno largo dai 10 ai 14 m, sottoposto di 2,50 m al ciglio del parapetto e dotato delle necessarie a pendenza per lo scolo delle acque.

Nei terreni nei quali l'acqua trova si ha poca profondità basterà che il fosso presenti un'altezza d'acqua di 1,80 m a 2,00 m, nei terreni asciutti invece la sua profondità dovrà essere almeno di 4,00 o 5,00 m, e per impedire un facile passaggio per mezzo di ponti rotanti, la sua larghezza sul fondo sarà di 6,00 o 8,00 m almeno.

La sicurezza contro un assalto nei terreni asciutti riposando essenzialmente sulla contro scarpa, questa dovrà essere possibilmente rivestita di muratura, adottando per economia di dimensione un'inclinazione fra $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{3}$, la quale permette, occorrendo, la costruzione di rivestimenti a secco. Queste in ogni caso dovranno terminare ad 1 m, 1, 90 sotto il ciglio dello spalto, come nella fig. 1 in margine.

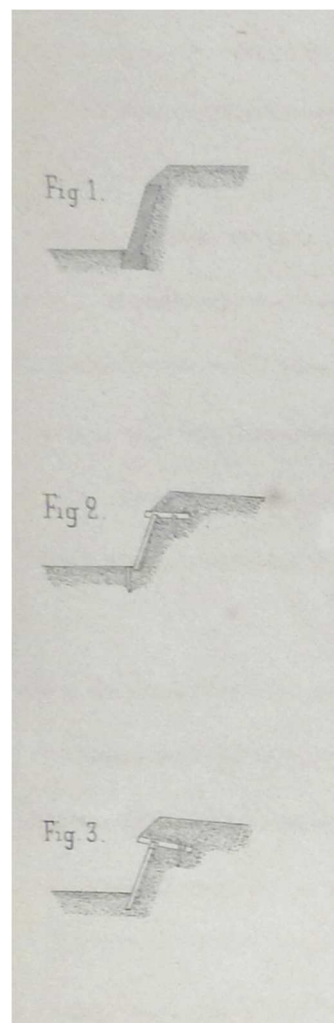
Mancando il tempo, oppure nei terreni che non permettono lavori murari senza fondazioni profonde e perciò costruzione lente e costose, la contro scarpa converrà rivestita di tavoloni (fig. 2).

Per accrescere le difficoltà della discesa nel fosso è raccomandabile in tal caso la disposizione accennata nella fig. 3. Quando infine mancassero i mezzi o il tempo di adottare l'uno o l'altro di questi rivestimenti converrà contentarsi di intagliare la contro scarpa all'inclinazione di $\frac{2}{3}$ di base per uno d'altezza sempre quando la natura del terreno lo permetta. La scarpa del fosso invece avrà inclinazione della pendenza naturale delle terre e farà un piano solo con la scarpa esterna del parapetto, della quale sarà il prolungamento.

Difese accessori

La sicurezza contro un assalto vuol essere accresciuta mediante la difesa cessata accessori tale che:

- 1° Bocche da lupo su tre righe almeno scavate sullo spalto;
- 2° Abbattute disposte ai piedi dello spalto e possibilmente protette da un antispalto;



3° Palizzate ai piedi della contro scarpa, ove questo non si è rivestita.

4° Sulla scarpa del fosso una steccata, inclinata all'orizzonte in modo da riuscire pressappoco tangente alla traiettoria dei proiettili supposte le batterie d'attacco a 1000 m circa;

5° Sul fondo del fosso palificate, reti di fili di ferro, ecc. ecc..

6° Finalmente le cosiddette torpedine di campagna, cavalletti di Frisia di ferro, eccetera eccetera.

Le difese accessori, come nella passeggera così pure nella fortificazioni mista, hanno una grandissima importanza, esse agiscono potentemente sul morale dell'attaccante, e bastano talvolta a rendere assolutamente impossibile un attacco di viva forza; onde che sarà cosa prudente vantaggiosa, che le Direzioni, nel compilare i progetti di fortificazione, vengano largamente conto dei materiali occorrenti.

Tracciato

Da quando è accennato nel premio di queste istruzioni, chiaro appare, che nel maggior numero dei casi il tracciato delle opere di Fortificazioni mista sarà subordinata alla condizione della facile ed economica loro successiva conversione in opere permanenti. Quanto all'influenza che sulle dimensioni del tracciato esercitano quelle del profilo, e dalle quale appunto sarà in massima dovuta la principale differenza tra il tracciato misto, il tracciato permanente, basterà avvertire che all'atto della conversione ora accennata è più convenientemente ingrandire il profilo all'esterno, cioè verso il fosso anziché verso l'interno, di cui conviene possibilmente conservare le disposizioni. Ma oltre a tale avvertenza vi sono dei principi di tracciati i quali più specialmente si applicano alla Fortificazioni mista e dei quali per conseguenza non sarà inutile fare qui un cenno, affinché nello studio dei progetti non si trascuri di conciliare possibilmente coi medesimi la suddetta condizione della successiva convenienza delle opere miste in permanente.

Cinte Continue

Uno di questi principi è il seguente, adottato come massima generale dai più recenti ed accreditati autori: qualunque sia il tracciato adottato per i suoi fronti, la Cinta continua di una piazza costrutta col sistema di Fortificazioni mista, dovrà sempre presentare lungo il suo sviluppo dei Forti o ridotti chiusi, i quali permettano di sostenere l'asfalto e continuare la lotta anche quando il nemico sia penetrato nelle piazze. Una cinta continua di Fortificazioni mista dovrà per conseguenza costare in massima generale di una serie di Forti chiusi occupanti i punti più salienti e più importante dello sviluppo, e riuniti fra loro mediante linee continue, dalle quali però i Forti stessi dovranno essere completamente isolati.

Le condizioni generali alle quali una tale cinta deve soddisfare sono:

1. I Forti per la loro posizione e per loro comando devono intercettare infilata delle linee intermedie, e per profili la ricchezza di difese accessori essere completamente al sicuro da un colpo di mano;
2. Dietro i Forti e verso l'abitato il terreno deve essere possibilmente (spacciato?), e l'ingresso ai forti stessi convenientemente dominato e battuto;
3. Le linee continue tra Forte e Forte, come pure lo spazio dietro le medesime debbono essere completamente soggetti al fuoco dei Forti;
4. I Forti devono offrire nel loro intorno sufficienti ricoveri per truppa e materiali;
5. La difesa d'una Piazza mista dovendo essenzialmente essere attiva, cioè sostenuta con frequenti sortite, e queste dovendo farsi non dai Forti, ma dalle linee intermedie, saranno in queste praticate apposite aperture e disposti convenienti siti di riunione delle truppe, protetti dai tiri lontani, e sottoposti al fuoco dei Forti;
6. Il profilo dei Forti sarà tale da potersi armare con artiglierie lungo tutto lo sviluppo esterno; quello invece delle linee continue potrà alternativamente offrire delle parti più elevate e robuste: specie di cavalieri occupabili dall'artiglieria ed altro più debole per semplice fucileria.

Per conseguenza si avranno da ordinare nella cinta verso l'esterno tre gradazioni diverse di profilo da scegliersi nei limiti sopra accennati trattando del profilo in generale, cioè:

1. il profilo delle parti di linee continue disposte per semplice fucileria;
2. Quello delle parti da armarsi con artiglierie le quali avranno sulle prime un comando di 0,90 a 1,00 m circa;
3. Finalmente quello dei forti che avrà sulle parti ora dette un comando di almeno 1,00 m.

La distanza tra l'uno nell'altro di questi Forti o punti di appoggio della difesa potrà in massima generale essere di 1 km, ed ha metà distanza circa le linee continue, le quali saranno condotte con quel tracciato che le esigenze locali saranno per suggerire, dovranno essere rinforzate da qualche opera esterna, sotto la protezione della quale troveranno opportunamente il luogo gli sbocchi ad apertura nella cinta colle corrispondenti piazze d'armi per ritorni offensivi. Altre aperture possono pure essere praticate sotto l'immediata protezione dei Forti, cioè ai punti di congiunzione delle linee coi medesimi.

Fiancheggiamento dei fossi

Ove si adottasse per queste linee intermedie il tracciato poligonale, il quale più facilmente sfugge all'infilata, e meglio soddisfa alle condizioni testé posate per una cinta mista, il fiancheggiamento dei fossi dovrà essere fatto col mezzo di caponiere suscettibili di essere armati con cannoni o mitragliatrici. Quando si avrai pensa che il tempo e che il terreno si presterà a facili fondazioni, converrà in massima produrre in murature che i piedritti di queste caponiere; ma non sarà in massima possibile coprirle con volti alla prova, ai quali per conseguenza converrà sostituire un blindaggio, preferibilmente di rotaie di ferrovia il quale è più costoso dei volti, ma ha il vantaggio di potersi prontamente eseguire, e di produrre minor altezza totale della caponiera.

Nello studio di tali blindati le direzioni potranno con vantaggi ispirarsi alle risultate delle esperienze fatte in Russia nel 1868 e riportate nel *Giornale del Genio Militare* (1869) pagina 381.

Le caponiere saranno in massima protetti in testa da una maschera triangolare di terra, e lungo i fianchi da un parapetto elevato sino alla soglia delle caponiere o feritoie di Forti staccati i quali delimitano un campo trincerato dovranno in massima avere un armamento a presidio, e quindi in estensione e resistere senza un'importanza superiore a quella dei Forti finora accennati facenti parte della cinta continua e che per conseguenza potrebbe chiamare cavalieri o Forti di ramparo; ma sia egli uni che gli altri dovranno in massima essere informati ai principi già accennati nelle istruzioni sui progetti di fortificazioni permanenti, tenuto naturalmente debito conto delle varianti, specialmente di profilo, che sono dovute alla natura diversa della fortificazione.

I ricoveri per uomini e materiali dovranno possibilmente essere ricavati sotto la massa dei rampa di nella parte meno esposta; ma non sarà in massima più possibile farli molto profondi, e se sono destinate alle truppe, basterà che offrano spazio per una fila di letti da campo con la debita comunicazione. Come si disse per le cannoniere così per questi ricoveri converrà possibilmente costruire in muratura i piedritti, e costituirne il cielo con un blindaggio di rotaie coperte da uno strato di 2 m almeno fra calcestruzzo e terra. Stante la poca altezza dei rampari si sarà in massima costretti a scavare lungo il piede della loro scappa un fosso e disporre il suolo dei ricoveri ad un livello inferiore a quello del piazzale dell'opera, nel qual caso converrà riporre il massimo studio nel procurare facile scolo alle acque piovane, come pure in generale alla ventilazione e salubrità degli ambienti. Nei casi in cui per mancanza di tempo o d' altro, la costruzione dei ricoveri dovesse essere successiva a quella dei terrapieni, e non fosse perciò possibile adottare la disposizione ora accennata, i ricoveri stessi costrutti sopra con lo stesso sistema di blindaggio a rotaie, saranno ogni modo tenuti preferibilmente sotto la protezione della massa dei terrapieni, e se per circostanze speciali dovessero invece starne lontani, essi

saranno protetti dalla parte esterna per mezzo di uno spalleggiamento ed anche di una semplice scarpata di terra.

Tale disposizione, per esempio, dovrà essere adattata per i ricoveri che converrà disporre nelle piazze d'armi, e dalla gola delle piccole opere esterne disposte a protezione degli sbocchi attraverso ad una cinta. Una disposizione analoga a quella adottata dal colonnello austriaco Tunkler della gola delle due opere eseguita la Ca' Vecchia e la Ca' Bellina costrutte nei primordi del 1866 a Verona.

La gola è costituita in entrambi da una palamata a fronte bastionato la quale è protetta dai tiri lontani per mezzo di una traversa che separa la gola dalla parte anteriore del corpo, e sotto la quale sono praticati dei ricoveri. Questi sono aperti verso la gola, cioè verso la palamata ora detta, e della parte opposta sono chiuse e protetti dalla scarpa e dal massiccio della traversa. Passaggi, traverse, magazzini, eccetera. Le aperture attraverso ad una cinta continua possono essere coperte o scoperte, nel qual ultimo caso converrà almeno rivestirne di muratura le pareti. Le comunicazioni con le caponiere saranno d'ordinario blindati, preferibilmente con il sopra accennato sistema di blindaggi di ferro. Con lo stesso sistema saranno pure costrutte le traverse casamatte da distribuirsi lungo il parapetto, così preziose per ricovero degli uomini e del materiale durante i vivi cannoneggiamenti che costituiscono il moderno sistema d'attacco, e che furono adottate, com'è noto, dai prussiani nella costruzione delle lunette attorno a Desdra nel 1866. Sarà difficile per non dire impossibile, stabilire in un Forte misto quella comunicazione coperta fra le traverse stesse, e le riserve da polvere da interrarsi nella massa dei terrapieni di cui si tenne parola nelle istruzioni relative alla fortificazione permanente; ma sarà tuttavia vantaggioso disporre le riserve stesse in corrispondenza alle traverse per godere così di un maggiore protezione contro i tiri nemici. Quanto ai grandi magazzini da polvere, che vorranno invece che vorranno invece essere isolati dalle masse dei terrapieni, saranno presenti le disposizioni interne, nelle quali si pubblicò recentemente un esempio nel Giornale dell'arma, con l'avvertenza però di sostituire in massima al blindato di legno quello più volte suggerito di ferro, ed accrescere l'altezza del sovrapposto strato di terra. Tale sistema infine di bendaggio di ferro che rappresenta quanto di più resistente sappiasi attualmente improvvisare, e del quale è dovuto agli italiani la priorità essendone per la prima volta dato l'esempio sotto Gaeta, si intenderà adottato in massima per le comunicazioni, per il ricoveri, passaggi, magazzini, eccetera ossia per tutti i vani coperti destinati a resistere all'urto e allo scoppio dei proiettili, e in massima generale eziando, si adotteranno per i medesimi i proietti di muratura in tutti terreni che facilmente vi si progettano, e di legname per gli altri casi.

Comunicazioni, acqua.

Le comunicazioni fra opere opera saranno oggetto di un accurato studio, specialmente trattandosi di fortificazione mista, e non sarà infine dimenticata la necessità di provvedere all'acqua potabile nei Forti staccati in vari punti della cinta.

Materiali ed operai.

Un'ultima importantissima avvertenza che dovranno avere le Direzioni nell'allestimento di progetti di cui si discorre sia lo studio preventivo ed accurato della qualità e quantità di materiali, e del numero di operai facilmente rinvenibili nel loro territorio, come pure lo studio dell'ordine successivo nel quale più vantaggioso intraprendere l'esecuzione delle opere che costituiscono il progetto.

Queste norme si intenderà nettamente essenzialmente riferirsi ai progetti di opere miste da poter seguito convertire in permanente; ma si intenderà che, qualora avvenimenti imprevisi obbligassero a por mano all'esecuzione di lavori campali o misti prima che si abbia avuto il tempo di allestire con una tale avvertenza il progetto, i lavori stessi dovranno essere retti dalle norme generali della fortificazione campale o mista; ma in ogni caso si dovrà trovar modo di costruire nell'interno delle opere sufficienti ricoveri per la truppa e potendolo, anche per il materiale.

Firenze, 9 dicembre 1870.

Il presidente del comitato.

L. F. Menabrea

App. 4.3.1

Dal Comando del Corpo di Stato Maggiore, Sezione Informazioni.

Note relative alle fortificazioni austriache esistenti ed in progetto nella zona di frontiera verso l'Italia
(aprile 1881)

Zona Glurns

Forte di Gomagoi

Sbarra la strada dello Stelvio a km otto dal colle calcolata questa distanza in linea retta; lo sviluppo della strada dal colle dello Stelvio al forte è invece di km 18. Il forte è costituito da una solida batteria casamattata a tre piani il cui tracciato è a fungo semplice, con un tamburo a difesa dell'ingresso. Il piano terreno è sistemato per sola fucileria; gli altri due piani, oltre le feritoie, presentano ciascuno nove cannoniere. Otto di esse (quattro per piano) sono rivolte a sud-ovest, battono cioè specialmente la strada dello Stelvio e del fianco destro della valle di Trafoi; altre otto, simmetricamente opposta alle precedenti, guardano lo sbocco di Val Suldent; le rimanenti due sono dirette a sud-est e battono quindi il versante nord-ovest del Zumpannell - Berg. La strada rasenta il forte passando fra queste la montagna, e può essere intercettata da due robuste porte, oltreché da un ponte levatoio sul fronte sud ovest. La capacità del forte è di circa 100 uomini.

Zona Tonale

Forte Strino

Sbarra la rotabile del Tonale nel punto ov'essa è attraversata dal torrente Strino. Consta di una batteria casamattata, in parte a due e in parte a tre piani (compreso il terreno) e ha tracciato di lunetta con gli angoli arrotondati. Il piano terreno è organizzato per la sola fucileria; gli altri due piani, oltre le feritoie, sono sistemati per una decina di pezzi complessivamente la cui azione è in massima parte rivolta a battere la grande strada del Tonale e il fondo di Val Vermiglio; una sola cannoniera è diretta verso la valletta di Strino. Nel 1876 l'armamento del forte consisteva in tre pezzi di vario calibro; posteriormente vi sarebbero stati introdotti alcuni cannoni di nuova fabbricazione (secondo ogni probabilità cannoni Uchatius). A quanto pare l'Austria avrebbe intenzione di aumentare l'efficacia del forte di Strino aggiungendovi un'opera avanzata; non costa però che finora si sia posta mano all'attuazione di questo progetto.

Zona Storo

Forti di Lardaro

Sbarrano la strada delle Giudicare, un chilometro circa a sud del villaggio di Lardaro.

Constano di tre opere un batteria casamatta rate indipendenti, denominati rispettivamente forte Revegler, forte Larino, e forte Danzolino.

a. Forte Revegler

È il più piccolo dei tre e costituisce lo sbarramento materiale della strada; ha il fronte rivolto a sud in direzione della strada e un fianco ad ovest verso la valletta del Rio Revegler. Il fronte munito di due ordini di feritoie e di tre cannoniere le quali battono la grande strada fino ad Agrone; una quarta cannoniera è praticata nel muro di rovescio del fianco e pare destinato a battere il vallone del Rio Meraci. Quest'opera può contenere circa 50 uomini.

b. Forte Larino

È questo il più considerevole dei tre forti e sorge a nord del forte Revegler, sopra una terrazza elevata di circa 30 m sul piano stradale. Consta di due facce, l'una volta a sud e l'altra ad est, con 10 cannoniere complessivamente, quattro delle quali infilano la strada verso Agrone e le altre battono la valle del Merac, nonché le falde dell'altura su cui trovansi forte Danzolino. Quest'opera può contenere da 70 a 80 uomini di presidio. Nel 1879 il forte Larino venne ampliato, addossandovi verso nord-ovest due batterie in terra in modo da formare una specie di opera chiusa sul rovescio del forte stesso. Una di tale batterie, capace di sette pezzi, batte il terreno ad ovest di Agrone e verso Prato, l'altra, per cinque pezzi, batte in direzione opposta alla prima, vale a dire verso Lardaro.

c. Forte Danzolino

Opposto al precedente vale a dire sopra un'altura ad est della strada delle Giudicare, si trova il forte Danzolino, il quale per la sua posizione elevata ha un più vasto campo di tiro che gli altri due. Ha il fronte leggermente spezzato e rivolta a sud ove batte con cinque cannoniere la strada di raso e l'altipiano sulla sinistra dell'Adano. Ha due cannoniere situate nel rovescio dell'opera con direzione verso nord. I fianchi della batteria sono provvisti di feritoie e il destro ne presenta due ordini. Quest'opera può contenere da 40 a 50 uomini di guarnigione. Vi si accede mediante un apposito tronco di strade che parte da Lardaro. Nel 1879 erano stati intrapresi alcuni lavori per collegare il forte Danzolino con l'altura di Malga. Pare dove volevasi erigere una blockhaus; ma nel 1880 tali lavori vennero sospesi e sembrano ora del tutto abbandonate. Si sarebbe invece posto mano a costruire una nuova opera sulle alture di Prato, sia per estendere maggiormente verso sud dell'azione del forte di Lardaro, sia per assicurarsi il possesso di una posizione donde si potrebbe battere i forti stessi.

L'armamento complessivo dei forti di Lardaro era nel 1880 di 29 pezzi da 12 e da 15 cent. di nuovo sistema (bronzo compresso) più 6 cannoni da campagna parimenti di nuovo modello⁴.

Zona Rovereto e Riva

Fortificazioni di Riva

a. Vecchie opere

Forte di San Nicolò.

Appartengono alla categoria delle vecchie fortificazioni, costruite cioè anteriormente al 1866, il fronte di San Nicolò e forte di Nago, situati tutti lungo la strada Riva Torbole Mori.

Il forte San Nicolò è costruito a cavallo della suddetta rotabile nel tratto in cui essa corre rinserrata fra il lago di Garda e le falde meridionale di Monte Brione. Esso consta di una batteria di forma semicircolare per cinque o sei pezzi in barbetta con azioni sul lago e verso Torbole, e di una caserma difensiva munita di territori su due ordini, e due pezzi in casamatta per battere più specialmente le insenature di Riva. Un muro a feritoie collega il forte alla strada formando una specie di porta d'ingresso, tanto verso Riva, che verso Torbole. L'ingresso verso Riva è difeso anche da un pezzo che infila la strada. Inoltre al di là della strada, sull'estrema falda meridionale di Monte Brione ad un'altezza di circa 20 m sul piano stradale, sorge una caserma a due piani, capace di forse 250 uomini, la quale è riunita mediante un muro di cinta a feritoie ai due ingressi del forte; questo muro è anche provvisto di due cannoniere le quali battono verso Riva.

Forti di Nago

Le fortificazioni di Nago ad ovest del villaggio omonimo, constano di due opere, l'una a nord, l'altra a sud della strada Riva-Mori e riunite fra loro con un muro a feritoie. Quella a sud, che è l'opera principale e la più elevata, consta di una batteria casamatta a due piani con 14 cannoniere complessivamente le quali battono specialmente l'altipiano di Nago, le insenature di Torbole e la

⁴ Già da parecchi anni l'Austria ha iniziato a cambiare il vecchio armamento dei forti del Tirolo (con bocche da fuoco lisce) sostituendovi cannoni a retrocarica da 12 e 15 cent. del sistema Uchatius. La sostituzione del nuovo al vecchio materiale continua a misura dei fondi accordate in bilancio. Nel 1880 furono così provveduti 20 cannoni da 15 cent.; e nel bilancio del corrente anno è stata deliberata la provvista di altri 16 pezzi da 15 cent., più 8 pezzi da 12 cent.

pianura lungo il Sarca. Il forte basso situata a livello della strada stessa, è pure una batteria casamatta, ma di dimensioni alquanto minori, vale a dire per quattro pezzi soltanto, due dei quali infilano la strada verso Torbole da un portone situato in corrispondenza del forte stesso, ed un altro portone la chiude parimenti verso Nago.

Nei due forti possono ricoverarsi 300 uomini; normalmente vi sta di presidio una mezza compagnia, la quale è data dal distaccamento di Torbole. Nel 1880 si è costruito fra l'altro forte così costituenti lo sbarramento di Nago, un nuovo magazzino a polvere il quale è specialmente destinato a contenere le munizioni per le nuove opere di fortificazioni costruite in questi ultimi tempi intorno a Riva. Tutte le opere sin qui enumerate sono in muratura scoperta e però di un valore difensivo limitato non potendo esse sottostare lungamente all'attacco delle moderne artiglierie, specialmente il vecchio forte di San Nicolò non ha ormai più che piccolissima importanza, e ciò non solo a motivo delle sue cattive condizioni tecniche, ma ancor più per il suo limitato campo di tiro che quasi unicamente rivolto al lago.

a. Nuove opere

Gruppo di Monte Brione

Sul Monte Brione furono eretti, e in parte stanno ancora erigendosi, due forti e tre altre piccole opere di fortificazioni. I due forti sono situati l'uno sul ciglio meridionale, l'altro sul ciglio settentrionale di Monte Brione è in unione alle altre opere minori ora dette nonché alle vecchie fortificazioni di Riva e di Nago, adempiono allo scopo di assicurare all'Austria il possesso della pianura di Riva e della valle inferiore del Sarca, regione per essa importantissima, sia dal punto di vista della difensiva pura, che della controffensiva.

Forte nuovo di San Nicolò

Il forte meridionale, che potrebbe chiamarsi il nuovo forte di San Nicolò, stante la vicinanza all'antico forte, consta essenzialmente di una grossa batteria in terra di carattere moderno⁵, con due facce una delle quale rivolta a sud verso il lago di Garda e l'altra ad ovest e cioè verso Riva. Sul fianco sinistro della faccia rivolta al lago trovasi poi una batteria interamente scavata nella roccia con una cannoniera

⁵ A differenza dei vecchi forti del Tirolo, le cui murature erano in gran parte scoperte ed esposte ai tiri nemici, le nuove opere di fortificazione, erette dagli austriaci in questi ultimi anni, non presentano che pochissimo bersaglio in muratura. Esse constano essenzialmente di grosse batterie in terra con traverse e parapetti rivestiti di gabbioni; le opere più importanti sono inoltre provviste di casamatte per qualche pezzo.

diretta al lago ed altre due verso Torbole. All'estremità destra della stessa faccia trovasi invece un parapetto per fucileria. L'opera è circondata da fosso solamente verso nord (gola) e sul lato est dove sorgono il magazzino e le caserme; il fiancheggiamento di detto fosso è dato da due caponiere. La capacità del forte è di circa 20 pezzi complessivamente. Oltre il forte propriamente detto circa 25 m più ad est sono di una piccola batteria in terra col fronte rivolto al lago, la quale, a quanto pare, esisteva già prima che si costruisse il nuovo forte.

Forte Santo Alessandro

All'estremità settentrionale di Monte Brione sorgerà il secondo dei forti su accennati il quale prenderà nome di Santo Alessandro dal sottostante villaggio. Nell'estate del 1880 esso trovasi ancora il principio di costruzione, però a giudicare dall'estensione dei lavori iniziati e dalla posizione prescelta, questo nuovo forte sembra destinato a diventare l'opera più importante del gruppo di Monte Brione. La sua capitale sarà, a quanto pare, diretta verso nord e per dominare essenzialmente le comunicazioni tra Riva e Val di Sarca attraverso il piano d'Arco; esso avrà però anche azione verso sud per poter battere il dosso il pendio accidentale di Monte Brione ed impedire al nemico di salirvi, quand'anche fosse caduta le difese del ciglio meridionale.

Opere minori

Le opere minori di Monte Brione consistono in tre blockhouse uno dei quali situato sul ciglio meridionale, un po' più ad oriente e circa 60 m più in alto del nuovo forte San Nicolò, e gli altri due sul ciglio settentrionale di Monte Brione ad ovest del forte Santo Alessandro. Ciascuno di essi è coperto da una piccola batteria in terra sistemata per artiglieria da campagna in barbetta. La batteria del blockhouse meridionale, la quale per dimensioni è più considerevole delle altre due, è divisa per metà da una traversa e dirige i suoi fuochi da una parte verso lo specchio del lago e dall'altro verso Torbole. Le batterie del blockhouse settentrionale, hanno ambedue azioni verso la valle del Sarca e il piano a sud d'Arco, e battono anche il pendio sottostante al forte S. Alessandro dal quale due blockhouse sono dominati.

Gruppo di Monte Legron

Le opere costruite sul Monte o Dos di Legron (estremità settentrionale di Monte Baldo) a sud-est dei forti di Nago, hanno per scopo quello di difendere l'insellatura della valle di Loppio e gli altri accessi che per le falde settentrionale del Baldo tendono all'altipiano di Nago e al basso Sarca.

Esse constano di un forte e tre opere minori.

Forte Dos di Legron

Il forte sorge sopra un gradino roccioso del ciglio settentrionale del Dosso di Legron, è di carattere misto e ha due fronti, il principale dei quali è rivolto ad est per battere cioè la valle di Loppio verso Mori, l'altro è rivolto a nord-est in direzione di Panone. Inoltre una batteria a due gradini, in parte casamattata, ma non ancora terminata, batte in direzione sud-ovest verso il lago di Garda. Il lato di gola (ovest) è chiuso da un muro, mentre verso sud il forte s'appoggia a una parete rocciosa che s'alza verso la sommità del Legronde. L'opera è capace di 15 pezzi. Attorno al forte suddetto sorgono tre opere: una batteria di carattere permanente per quattro pezzi, situata all'estremità settentrionale di Monte Legron, a circa 400 m dal forte principale; una seconda batteria per otto pezzi circa di carattere simile alla precedente, situata a nord-ovest e nelle immediate vicinanze del forte principale dal quale essa è dominata e protetta; un'opera chiusa situata a sud del forte in prossimità del gomito che fa la carrareccia proveniente da Zurez. Nell'estate del 1880 quest'opera trovava ancora in fase di costruzione. Tutte le opere sopra descritte, appartenenti al gruppo di Monte Segron, sono collegate tra loro e con la rotabile Riva-Mori mediante un sistema di strade militari che s'innesta dall'anzidetta rotabile mezzo chilometro circa ad oriente del villaggio di Nago e si sviluppa sul versante ovest del Dos di Segron.

Forte di Panone

Per completare la difesa della valle di Loppio gli austriaci hanno iniziato nell'estate scorsa la costruzione di un nuovo forte a sud di Panone, il quale avrebbe lo scopo di impedire che per Loppio e Sant'Anna si possa ascendere in val di Sarca girando le opere di Monte Segron.

Circa il tipo di questo forte non si hanno ancora sufficienti informazioni.

Zona Trento

Forti della Rocchetta

Costano di un forte alto e di un forte basso collocati entrambi sulla sinistra del Noce e comunicanti fra loro mediante una gradinata scoperta. Il forte basso, che è il più piccolo, a forma quadrata con lato sud arrotondato a guisa di tamburo difensivo, non contiene che due pezzi in casamatta i quali infilano la strada di Cles; i fianchi e il tamburo del forte sono muniti di feritoie. Il lato anteriore dell'opera, ha un fosso che, prolungandosi fino al pendio della montagna, costituisce la tagliata della strada di Cles. Il forte alto costa di due corpi di casamatta; il fronte a Nord con due piani e otto cannoniere complessivamente, le quali battono la valle del Noce e lo sbocco della strada di Molveno-Rocchetta; l'altro fronte a sud di un piano solo e con tre cannoniere che battono il terreno a valle di Rocchetta infilando inoltre per un breve tratto la strada proveniente da Fondo.

Questi due corpi di casamatta sono collegati verso la montagna da una galleria difensiva scavata nella roccia, e verso il fiume da un muro a feritoie.

L'armamento dei forti pare fosse nel 1876 di otto pezzi di cui due da montagna.

Nel 1878 vi furono introdotte sei cannoni di nuova fabbricazione, forse in sostituzione di altrettanti cannoni antichi. L'attuale presidio si compone di sola truppa d'artiglieria.

Fortificazioni attorno a Trento

Le fortificazioni attorno a Trento comprendono oltre le opere che sorgono sull'altura di Dos Trento nelle immediate vicinanze della città, tre gruppi di forti che costituiscono le difese avanzate di questa piazza posizione.

a. Dos Trento

Su questa altura, oltre a diversi fabbricati militari, sorgono due batterie in terra ciascun per cinque o sei pezzi in barbetta. Una di esse fa fronte alla città e domina lo sbocco del Fersina, l'altra guarda la strada di Vezzano. La costruzione di tali opere data alla fine del 1876.

b. Gruppo Cardine Sopramonte

Forti di Cadine o Buco di Vela

Questo gruppo costa di quattro opere due delle quali, vale a dire i forti di Cadine furono costruite subito dopo il 1866, mentre le opere di Sopramonte vennero aggiunte solo in questi ultimi tempi. Sbarrano la strada proveniente dalle Giudicarie e consistono in un'opera bassa costruita a cavallo della rotabile stessa, ed in un piccolo blockhouse situato a sud e più in alto della precedente. L'opera bassa, o principale, è una batteria casamatta a due piani con tre pezzi al piano superiore sotto il quale è praticato l'androne che dà passaggio alla strada. Il fronte dell'opera è rivolto ad ovest, ossia verso Cadine, e il suo fianco settentrionale è per così dire infitto nella roccia.

Alla falda di monte cui si appoggia il fianco meridionale, vennero di recente addossate due piccole batterie in terra, ciascuna per due pezzi in cannoniera, le quali battono entrambe verso le alture di Grum e i cosiddetti Prati Comunali a nord-ovest di Cadine. L'opera alta è una blockhaus in muratura con tracciato poligonale e con una piccola caponiera in mezzo al fronte. Oltre le feritoie, questa blockhouse presenta due cannoniere le quali battono il terreno verso ovest donde si potrebbe attaccare il forte basso.

Forti di sopra Monte

Allo scopo di impedire l'aggiramento e la relativamente facile espugnazione dei forti di Cadine, venne iniziata nel 1880 la costruzione di altre due opere, e cioè: un forte sull'altura di Candriai, ad est di Sopramonte, per intercettare le comunicazioni che da Vigolo e Baselga, per Sopramonte, conducono a Trento. Questo forte, che ancora non è ultimato, consiste in una batteria di carattere permanente capace di circa 12 pezzi, di cui due in casamatta, e con il fronte rivolto ad ovest. Il fosso non ha contro scarpa in muratura ed è fiancheggiato da due caponiere. Sul fianco sinistro dell'opera sembra si voglia aggiungere una nuova batteria ausiliaria in terra per rendere più efficace la difesa verso Malga Brigantina; un'opera chiusa a sud della precedente e col fronte parimenti rivolto ad ovest, circa in direzione di Sant'Anna. Quest'opera, che nell'estate 1880 era appena incominciata, sembra destinata ad afferrare l'azione del su descritto forte, proteggendone il fianco sinistro soprattutto contro attacchi provenienti da Monte Bondone. Queste due opere di Sopramonte sono poste in comunicazione fra loro mediante un tronco di strada militare appositamente costruito. Inoltre si sta lavorando per rendere carreggiabile la carreggiata che dal colle di Sopramonte- Sardagna conduce a Trento.

c. Gruppo Civezzano

Monte Cimirlo e Ceva

Le opere appartenenti a questo gruppo hanno per scopo di intercettare le comunicazioni fra la conca di Pergine e Trento. Come il precedente gruppo di Cardine-Sopramonte anche questo si compone di opere costruite dopo la guerra del 1866 e di altre aggiuntesi in questi ultimi anni.

Forti di Civezzano

I forti di Civezzano appartengono alla prima di tali categorie.

Essi sbarrano il passaggio più diretto da Pergine a Trento, e constano di un forte principale e di due opere secondarie.

Il forte sorge sopra un piccolo ripiano del Kalisberg ad ovest del villaggio di Civezzano e consiste in una grossa opera in muratura a due piani e sotterranei, con due ordini di batterie casamattate alla Haxo capaci di otto pezzi complessivamente. Quest'opera è destinata a battere con tiri lontani e dominanti la strada principale Pergine-Trento e quella Baselga-Civezzano. La gola del forte è organizzata difensivamente ed ha pure due casamatte con direzione di tiro verso ovest. Poco ad ovest del forte, sopra un'altura denominata Castelvero (non indicata nella carta al 1:75.000) si trova una batteria ausiliaria in terra per due pezzi in barbetta i quali battono la valle del Fersina a monte del confluente del torrente Silla, nonché le alture di Rovere e Madrano.

Le due opere secondarie sono situate a sud-ovest e più in basso del forte principale, e sbarrano rispettivamente l'antica e la nuova postale Civezzano-Trento. Lo sbarramento dell'antica postale è costituito da una semplice batteria casamattata alla Haxo per due pezzi i quali infilano in direzione est della suddetta strada. Quest'ultima inoltre interrotta da una tagliata che è in comunicazione col fosso dell'opera. Lo sbarramento della nuova rotabile si compone di due casematte scavate nella roccia e destinate ad infilare la strada; di una caserma difensiva unita alle casematte mediante una galleria scavata nella roccia e di una tagliata. L'armamento di quest'opera è di due cannoni. Essa comunica con lo sbarramento superiore mediante i locali sotterranei disposte a gradinate nelle falde del monte.

Forti di Monte Cimirlo e Celva

Queste opere vennero costruite dopo il 1877.

Costano di due forti, uno dei quali sorge sul fianco orientale di monte Cimirlo in prossimità della cima e batte essenzialmente il settore compreso fra Pergine e Nogare; l'altro è situato più a est, a ridosso delle falde meridionale di Monte Celva e domina l'avamposto forte di Monte Cimirlo, nonché il pendio nord-orientale di Monte Chegol e il passo di Moretta. Il forte di monte Cimirlo si compone essenzialmente di una grossa batteria a due facce per pezzi in barbetta; l'una faccia, per cinque pezzi circa, è rivolta ad est, l'altra pure per cinque pezzi è rivolta nord-est. L'estremo fianco sinistro di quest'ultima è sistemato per due pezzi in casamatta, i quali sembrano destinate a battere in direzione della strada di Baselga. Il lato sud dell'opera, che s'appoggia ad un burrone, è organizzato per sola fucileria. Sullo spalto avanti la faccia est è situata una batteria ausiliaria, la quale nell'estate 1880 era ancora in costruzione. Il forte a sud di Monte Celva, di dimensione alquanto più piccole del precedente, costa di una batteria a forma di bastione schiacciato e con la capitale rivolta ad est, leggermente inclinata verso nord-est. Nel centro della batteria sorge la caserma, che a guisa di grande traversone divide l'opera in due parti simmetriche. L'estremo fianco sinistro è casamattato come nel forte di Monte Cimirlo. Il fosso è fiancheggiato da due caponiere situate agli angoli di spalla. I due forti di Monte Cimirlo e Celva comunicano fra di loro e con Trento mediante una strada militare che fa capo a Pantè. Si accede ai forti anche da Romagno mediante la carrareccia che sale sul Monte Cimirlo.

d. Gruppo Matarello

Val Lorda Romagnolo

Le opere di questo gruppo sono tutte posteriori al 1877 e una parte di essa si trova ancora in costruzione nell'estate scorsa. Esse sono destinate a coprire Trento da sud e ad impedire che lo sbarramento

costituito dalle sopra scritte opere di Civezzano, Monte Cimirlo e Celva possa essere girato per la val Sarda.

Forti di Matarello

Costano di un forte propriamente detto è di due opere secondarie, situati allo sbocco di Val Sorda presso Matarello e aventi azioni verso la valle dell'Adige. Il forte sorge sulla sinistra dello sbocco di Val Sorda, sopra un poggio, chiamato Dos Rocolo, il quale domina il fondo di Val d'Adige.

Esso consta di due grosse batteria in terra con traverse gabbionate; una di esse batte verso sud-ovest in direzione di Aldeno, l'altra verso sud in direzione della valle d'Adige.

Il fianco sinistro di quest'ultima batteria presenta inoltre casematte per due pezzi.

Lo spalto dell'opera è sistemato per artiglieria da campagna in modo da costituire un secondo ordine di fucili in direzione verso sud. Il fiancheggiamento del forte è dato da due mezze caponiere in muratura, le quali comunicano con la gola dell'opera mediante androni scoperti. Le due opere secondarie che a forza ne completano l'azione del forte Dos Rocolo, sono: un'opera chiusa di tipo e forma analoga al forte principale, ma di dimensione alquanto minori. Essa è situata presso C. Lona, 300 m circa a destra e 40 m più alto del forte stesso. Le due sue batterie sono parimenti rivolte, l'una a sud-ovest, l'altra a sud e quest'ultima contiene le solite due casamatte. Nell'estate 1880 la controscarpa e lo spalto di quest'opera erano ancora in costruzione. Una piccola batterie in terra con blockhouse muratura posta a circa 400 m a sud dal forte Dos Rocolo, per battere una parte dei pendii di Val d'Adige che rimangono defilati dal forte stesso. Questa batteria è interamente dominata dal forte Dos Rocolo, ed è inoltre fiancheggiata dall'opera chiusa situata presso C. Lona.

I forti di Matarello sono collegati con la grande strada di Val d'Adige mediante appositi tronchi di strada i quali fanno capo a Matarello di sopra.

Opera di Val Sorda

Consistono in due opere situate a cavaliere della Valle Sorda che esse sono destinate a sbarrare. La principale di tale opera sorge su di un gradino del monte Terrarossa al di sopra di C. Brusafarro, direttamente a nord del villaggio di Val Sorda. Essa è la più elevata delle opera appartenenti al gruppo Matarello-Val Sorda - e si trova in posizione tale da poter battere tanto verso la valle d'Adige, come verso l'insellatura di Vigolo. L'opera è dello stesso tipo del forte Dos Rocolo, consta cioè: essenzialmente di una batteria in terra, in parte casamattata; lavori però ancora dubbi circa la vera direzione del fronte principale dell'opera stessa, un fianco della quale batte il fondo di Val Sorda e le opposte pendici di Doss Fornas.

La seconda delle opera di Val Sorda è situata sul versante meridionale della Valle, e cioè sopra un piccolo terrazzo del Dos Tondo, a sud di Dos Fornas e 150 m circa più alto del villaggio di Val Sorda. Anche quest'opera è di tipo analogo ai forti di Matarello, ed essa incrocia i suoi fuochi con quelli dell'opera di C. Brusaferro. Come per questa, e però ancora incerta l'esatta direzione del fronte principale. Solo e da osservarsi che stante la sua posizione relativamente bassa, essa non può avere un'azione molto efficace contro attacchi provenienti da Vigolo.

Tanto l'opera di Dos Fornas quanto quella di C. Brusaferro, sono posti in comunicazione con la rotabile di Val Sorda, mediante appositi tronchi di strada.

Forte di Romagnano

Benché situato dall'altra parte dell'Adige (destra) questo forte fa sistema col gruppo dei forti di Matarello, avendo con essi comune lo scopo di sbarrare la Val d'Adige verso sud. Il forte sorge sulle pendici orientali di Monte Bondone, sopra un'altura quasi isolata che separa i due villaggi di Ravina e Romagnano e precisamente a sud-est di Margon. Esso consta di una batteria a tracciato rettilinea e fianchi brevissimi ripiegati ad angolo retto; il fronte è rivolto a sud. La controscarpa che nell'estate 1880 non era ancora ultimata, trovasi 20 m circa distante dalla scarpata, e costituisce, si può dire l'ostacolo principale dell'opera, essendo la scarpa bassissima. Il fiancheggiamento è dato da due caponiere situate all'estremità del fronte della batteria, e, a differenza dei forti di Matarello, la comunicazione tra queste cannoniere e il forte è fatta mediante gallerie coperte. La capacità del forte è di circa 10 pezzi. Sullo spalto si sta poi ancora costruendo una batteria ausiliaria nella quale potranno forse trovar posto altrettanti pezzi da campagna. Per accedere al forte si è trasformata in strada militare la carrareccia proveniente da Ravina; del resto vi si sale pure dal villaggio di Romagnano.

Zona Borgo e Fiera di Primerio

Opera in progetto su monte Totoga

Secondo una comunicazione del comandante del III Corpo d'Armata (giugno 1880) sarebbe intenzione dell'Austria di erigere un forte sopra il monte Totoga, alla confluenza del Vani col Cismon, per sbarrare verso sud la valle del Cismon. Sino ad oggi però nessun indizio è venuto a confermare che stia per attuare questo progetto. L'ubicazione del forte, come risulta del segno speciale apposto nella carta e semplicemente figurativa.

Interruzioni stradali

Interruzione della strada di Tonale (Riva - Val di Ledro)

Consiste in numero di cinque fornelli da mina, collocati a circa 50 m avanti l'imbocco della prima galleria che s'incontra sboccando su Riva dal vallone di Penal. La galleria stessa può chiudersi mediante una porta in ferro provvista di feritoia.

Interruzione della strada di Val Arsa.

Le interruzioni apparecchiate dagli Austriaci sulla rotabile di Val Arsa, tra Rovereto è la nostra frontiera, consistono in sette fornelli di mina distribuiti nel modo seguente, e destinata a far saltare i principali ponti situati lungo detta comunicazione:

1° ponte San Colombano sul rio Terragnolo (due mine);

2° ponte di Spin sul rio Chaeserbe presso Bocaldo (due mine);

3° ponte sul rio di Val Pozzacchio (una mina);

4° ponte di Val Prigione a est di Martini (due mine);

Il quadro che precede comprende, per quanto è a conoscenza di questo comando, tutte le opere di difesa esistenti, in corso di costruzione o in progetto nella zona di frontiera del Tirolo.

Più addentro nel Tirolo, nel punto di congiungimento delle due grandi linee di operazione del Brennero e del Pusterthal, giace, com'è noto la vecchia piazza di Franzenfeste, la quale per la sua favorevole ubicazione sarebbe indicata per servire come ridotto ultimo della difesa del Tirolo; ma nelle attuali sue condizioni, anche prescindendo dal fatto che le sue murature sono interamente scoperte e perciò facile ad essere demolito con le attuali artiglierie, essa è più adatta a parare un attacco proveniente da nord che non da sud, ossia dall'Italia. Per aumentare l'azione di Franzenfeste verso sud e soprattutto per sbarrare efficacemente la strada del Pusterthal esisterebbe da gran tempo il progetto di ridurre la piazza a campo trincerato fortificando l'altipiano di Schobs, vale a dire quell'insieme di basse alture che sorgono fra Eizack e Rienz, tra Brixen e Mühlbach.

Sembra che specialmente motivi d'ordine finanziario abbiano sinora impedito l'esecuzione di così fatto progetto.

Sulla rimanente frontiera austriaca, verso nord-est, non esistono che i soli due forti di Malborghetto e Predil, e sono entrambi vecchie opere di sbarramento alle quali nulla è stato aggiunto o mutato in questi ultimi anni. Però col bilancio straordinario del 1881 vennero stanziare apposite somme per migliorare codeste fortificazioni che più non rispondono alle esigenze della difesa moderna.

I relativi lavori dovrebbe anzi essere stati incominciati in questi giorni e, a quanto sembra, sarebbe più propriamente intenzione dell'Austria: di ricostruire il forte di Malborghetto in modo da poter sbarrare efficacemente non solo la strada, ma anche la ferrovia della Pontebba, estendendo soprattutto il raggio di azione del forte verso il nostro confine; di riattare l'antico forte di Predil, che in parte è ancora

costruito in stile passeggero, ed erigere inoltre una nuova opera di fortificazione per sbarrare efficacemente la strada del Predil.

Roma, aprile 1881

App. 6.2.1

COMANDO DELLA PRIMA ARMATA

Comando del Genio

Verona, 29 giugno 1915

N. 462 di protocollo

Archivio R.G.

Data di arrivo 20 giugno 1915

N. protocollo: 260

Categoria: 1

Specialità: 5

Pratica:

1

Oggetto: Opera Verena

Annessi n. 1

All'Ispettorato Generale del Genio presso il Comando Supremo

Nella visita da me fatta giorni orsono all'opera Verena, la quale, come noto, fu sottoposta nei primi giorni del mese corrente al tiro prolungato del mortaio da 305 austriaco, rilevai, per quanto di competenza dell'Arma, che le strutture cementizie dell'opera avevano subito danni abbastanza gravi ma tuttavia riparabili. E poiché tutto l'armamento dell'opera era allora rimasto in efficienza, mi persuasi della necessità di mantenere il forte in azione fino a quando non fossero messe fuori combattimento e quattro cupole che lo armavano e della possibilità di raggiungere lo scopo con opportuni lavori intesi, in parte per riparare i danni dinanzi accennati e in parte per conferire maggiore resistenza alla massa cementizia nella quale sono installate le cupole e ricavati i locali per il munizionamento. I colpi che danneggiarono maggiormente l'opera furono tre, e precisamente (vedi l'annesso disegno) uno – indicato con la lettera A – che colpì l'avancorazza della cupola n. 3 causandone la rottura di uno spicchio e sgretolando il corrispondente tratto di parapetto; un altro – indicato con la lettera B – che penetrò nel parapetto, attraversò il muro di fondo del locale sottostante alla cupola n. 3 predetta e scoppiò nel locale stesso con conseguenze disastrose per il personale che vi si era ricoverato; un terzo – indicato con la C – che colpì la volta del corridoio retrostante alle cupole producendo un imbuto lungo m. 3,80 circa, largo da 1,30 a 1,60 m.

Ciò posto, siccome mentre perdura la lotta non è possibile aumentare le dimensioni del massiccio frontale dell'opera, ravvisai come miglior partito quello di diminuirne la struttura cellulare sopprimendo con acconci riempimenti tutte le riserve al piano del corridoio, il locale per l'impianto elettrogeno al terreno, riducendo a metà la profondità dei locali del piano inferiore.

Siffatti provvedimenti turbano, è vero, le linee generali della batteria e ne rendono meno comodo il servizio; ma d'altra parte essi sono indispensabili quando si voglia avere l'opera in condizioni migliori per resistere ad un calibro di tanto superiore a quello contro il quale era stata costruita, mediante lavori dai seguirsi celermente durante la notte.

Le modalità di esecuzione dei lavori, da me esaminate con il concorso del Comandante sbarramento e del comandante del Genio del V corpo d'Armata, vennero concretati nel senso di preparare anzitutto sul luogo i materiali occorrenti, di eseguire lavori con operai borghesi, di effettuare i riempimenti con muratura cementizia, lasciando in luogo delle attuali riserve dei piccoli ripostigli per dieci colpi cadauno.

Soggiungo infine che lavori furono intrapresi nella scorsa settimana con la possibile alacrità sia nell'opera di Verena che in quella di Campolongo, perché quest'ultima, sebbene non ancora presa di mira dal mortaio austriaco da 305, è prevedibile lo sia prossimamente ed è poi di struttura pressoché identica all'opera di Verena.

Intanto, nel bombardamento avvenuto il 26 corrente l'opera Verena subì nuovi danni i quali ebbero per principale effetto la rottura di una cupola, quella n. 2, con conseguente messa fuori servizio del pezzo, la rottura del cielo del corridoio con penetrazione del proietto obliquamente nel sottostante locale del pian terreno e altri danni minori. Siccome però il bombardamento si è rinnovato e ha prodotto altri danni, così mi riservo nuove informazioni appena avuti rapporti del caso.

Il Tenente Generale Comandante del Genio D'armata

Mirandoli

App. 6.2.2

Archivio R. G.

Data d'arrivo: 2/7/15

N. di protocollo: 348

Categoria: 1

Specialità: 5

Pratica: 1

QUARTIERE GENERALE DELLA 1^a ARMATA COMANDO DEL GENIO

Elenco delle carte che si trasmettono all'Ispettorato Generale del Genio Comando Supremo

Descrizione delle carte. Motivo per cui si trasmettono: Promemoria sui danni riportati dalla struttura cementizia del forte Monte Verena: redatto in base ad un incartamento del V corpo d'Armata. (S. E. Aliprindi)

Oggetto:

PROMEMORIA CIRCA I DANNI RIPORTATI DALLE STRUTTURE CEMENTIZIE DEL FORTE DI MONTE VERENA

Redatto in base ad un incartamento del V Corpo d'Armata

Da quanto si rileva dell'incartamento annesso appare che S. E. il Generale Comandante del V corpo d'armata, dopo visita all'opera di Monte Verena, espone l'avviso che gravissime deficienze sono negli spessori delle masse di calcestruzzo ed accenna frodi nella loro composizione.

Il Sig. Generale Comandante d'Artiglieria del V corpo d'Armata attribuisce ai danni subiti dal forte suddetto oltre che all'effetto dell'artiglieria nemica anche altre due cause e cioè: malintesa economia di costruzione che indusse a diminuire gli scavi e a dare insufficienti grossezze ai calcestruzzi, frode nella composizione dei calcestruzzi stessi. Ad avviso del detto Comandante non occorre, per così

affermare, essere tecnico, anzi un profano qualunque può formulare sì fatte dichiarazioni. Il Sig. Generale Comandante dello sbarramento Agno-Assa (che invece tecnico competente) non esprime alcun parere a riguardo e tratta solo delle questioni delle riparazioni danni dell'opera.

Ciò permesso, il sottoscritto, che pure fu su luogo, non si crede in misura di esprimere così precisi giudizi e deve limitarsi alle seguenti considerazioni proposte.

1) L'opera di Monte Verena fu costruita per resistere ad artiglierie di calibro simile a quello dell'armamento. La gemella opera di Campolongo, che pure è stata colpita da numerosi proietti di detta specie, non ha riportato danni sensibili e la stessa opera Verena nulla risentito dei colpi dei 152 avversari che hanno cooperato il bombardamento insieme ai mortali da 305.

2) Non si può dunque parlare di dimensioni deficienti se non confrontando esattamente i disegni approvati con i lavori eseguiti. Non è dalla semplice osservazione della struttura dei blocchi di calcestruzzo staccati da potenti esplosione di polveri dirompenti che si può avere un criterio per giudicare la bontà del calcestruzzo. È noto, infatti, il fenomeno che avviene nelle murature battute con mine e cioè che i blocchi più sono vicini al centro di esplosione e più appaiono poveri di malta, in quanto questa viene più facilmente polverizzata e proiettata dei gas sviluppati dall'esplosivo. Tale fenomeno viene ancora più ad accentuarsi quando, oltre all'esplosione di una grande carica, vi è l'urto di un pesante proietto.

3) L'esame della composizione di un calcestruzzo deve essere quindi fatto su campioni che non abbiano subito violenta commozione ed in laboratori competenti, quali ad esempio quelli delle scuole di applicazione o delle ferrovie.

4) Le trascuratezze e le frodi, che eventualmente esistessero e fossero addebitabili ad agenti dell'amministrazione impiegati nei lavori del Monte Verena, non possono essere accertate che mediante severe verifiche tecniche e contabili ed adatti interrogatori e confronti.

Il Comando Territoriale del Genio e la Direzione Territoriale del Genio di Verona, alla cui dipendenza si svolsero i lavori, sono in misura di fornire tutti gli elementi a ciò necessari. A mio avviso consegue dalle sopra esposte considerazioni che soltanto un'inchiesta tecnico-amministrativa possa rintracciare le cause e le conseguenti responsabilità dei difetti attribuiti nella presente circostanza alle strutture cementizie dell'opera di Monte Verena.

2/7/1915

Il Tenente Generale Comandante del Genio di Armata

Mirandoli

App. 6.2.3

Verbale della commissione di inchiesta nominata per l'esame del forte Verena, dopo il sofferto bombardamento con mortaio da 305

Annessi: 1 disegno; 1 foglio della Dir. Lavori

Come da ordine emanato dal comando della 1^a Armata con foglio numero 2000 R. S. del 3 luglio 1915, la Commissione composta dal Maggiore Generale Angelozzi Comm. Camillo, dal Colonnello d'Artiglieria Strazzeri Cav. Giulio e dal Capitano del Genio Lastrico sig. Enrico si è recata, la mattina del 5 luglio, al forte Verena per esaminare i danni riportati dalla struttura cementizia in seguito al bombardamento con il 305 nemico e per pronunciarsi sugli eventuali difetti delle strutture cementizie e sulle conseguenti responsabilità.

La commissione ha proceduto innanzitutto ad un confronto tra il progetto approvato e l'opera effettivamente costruita ed ha constatato che questa risponde in massima, come composizione, struttura in genere e dimensioni delle parti al progetto stesso. Si fa solo eccezione per un tratto della massa frontale che, in luogo di essere costruita tutta con massicciata di calcestruzzo cementizio della grossezza di m. 4 dal piano di imposta sulla roccia fino al pendio del parapetto, risponde a tale requisito solo per una profondità di m. 2,5 circa del piano del pendio stesso, mentre nella parte sottostante è costituito con struttura mista di pietrame a secco e di pietrame con malta di cemento, come si espone più chiaramente qui appresso e si rileva in particolar modo nell'unito disegno. Secondo il progetto, la parte destra dell'opera, per una lunghezza di circa m. 30, è incassata nella roccia e la massa frontale del calcestruzzo è in certo modo protetta dalla roccia antistante. L'altra parte, invece, per una lunghezza di circa m. 17, emerge alquanto dalla superficie rocciosa per un'altezza che raggiunge un massimo di m. 5 circa all'estremità sinistra ed è protetta dal rinterro antistante. E, conseguentemente la massicciata frontale di calcestruzzo avrebbe avuto altezza variabile in dipendenza del livello ineguale del terreno, come appare dalle sezioni C.D., E.F., G.H. del disegno.

Dagli studi dei particolare di costruzione rinvenuti nell'ufficio di Asiago e presso la sede della Direzione si rileva che verso la sinistra dell'opera il livello anzidetto fu riscontrato più basso di quello previsto in progetto, come indicato nelle sezioni sottostanti alle precedenti, quindi sarebbe stato necessario dare alla corrispondente parte di massicciata di calcestruzzo la maggiore altezza derivante da tale differenza di livello; se non che la direzione dei lavori non si è uniformata a questo strano concetto e, nella parte inferiore, adottato, in luogo della struttura cementizia, una struttura mista economica in parte di pietrame secco, limitando la massicciata di calcestruzzo solo alla parte superiore

per l'altezza considerata nel progetto. Ciò venne a costituire elemento di debolezza dell'opera nonostante la protezione del rinterro anteposto.

In oggetto, e da richiesta della Commissione, il direttore dei lavori ha fornito le spiegazioni che si rilevano nel foglio annesso il presente verbale. Fu appunto questa parte dell'opera, in corrispondenza della sezione E.F., che venne ad essere colpita il 12 giugno dal proietto penetrato obliquamente nel locale sottostante al terzo pozzo, con le conseguenze letali già note.

Si è proceduto di poi alla constatazione dei danni per quanto concerne le strutture cementizie, facendo astrazione da quelli di minore entità cagionati da schegge di proietti che non abbiano colpito in pieno e si è rilevato essenzialmente:

- il colpo già noto nella massa frontale in corrispondenza del terzo pozzo e che, attraversando le strutture miste sopra menzionate, esplose nel locale deposito proiettili producendo in complesso la rovina dei muri accessori e lasciando integre le costruzioni principali;
- due colpi che attraversarono le volte di due riserve facendo rovinare le volte dei locali sottostanti;
- un'ampia breccia aperta da ripetuti colpi a metà circa del corridoio di manovra presso il muro di rovescio della batteria nel tratto di contatto col retrostante sperone di roccia, con parziale rovina della volta del corridoio di manovra; Sez. G.H.;
- due fori netti ed altri guasti nella volta alla prova della caserma di gola.

La commissione ha portato specialmente la sua attenzione sulla vasta breccia nella volta del corridoio di manovra, come quella che meglio si presentava all'esame della struttura cementizia dell'opera, ed ha constatato che essa presenta assai marcatamente la formazione di strati successivi di grossezza normale dai 25 ai 35 i metri, come dalle condizioni contrattuali, ma con assai scarsa adesione ed in qualche strato anche con distacco fra i vari strati; che il pietrisco risponde praticamente alle condizioni del capitolato e che nella stessa sezione di frattura non si riscontra che un solo frammento di pietra di dimensioni maggiori della normale grossezza del pietrischi, frammento che può essere caduto accidentalmente dall'impasto e che, come ovvio, non può avere influenza di sorta sulla resistenza della massa. Si trovano invece fra le macerie non pochi frammenti di pietra proiettati all'attiguo sperone roccioso colpito insieme con la massa cementizia, che può aver dato origine alla voce corsa che nel calcestruzzo fossero mischiati grossi pezzi di pietra.

Si rileva che in ogni strato la massa non ha compattezza uniforme, ma che nella parte inferiore si è raccolto il pietrisco più grosso con poco pietrisco minuto e malta, e mentre al di sopra sono distese la parte più minuta di pietrisco e la malta. Ne consegue che la parte inferiore di ogni strato è piuttosto cavernosa; che il contatto con lo strato sottoposto è dato dalle poche punte e superfici del grosso pietrisco; donde la poca aderenza fra diversi strati e la poca compattezza del complesso della massa.

Tale inconveniente, che si constata più marcatamente nelle massicciate più estese e quindi i più difficile costruzione come quella che copre e protegge tutta l'opera, mentre è meno accentuato e trascurabile nei piedritti, è da attribuirsi alla maniera come generalmente si costituiscono le massicciate di calcestruzzo poiché nello scaricare sul sito di impiego dalle barelle o carriuole l'impasto preparato sulle aiuole nel cantiere di lavoro, il pietrisco più grosso, precipitando più rapidamente si dispone nel basso, mentre quello più minuto con abbondante malta rimane nella parte alta del cordolo. Ad evitare tale inconveniente ed ottenere quindi la voluta omogeneità nell'impasto sarebbe stato necessario procedere ad un rimestamento dell'impasto sul sito di impiego prima della battitura, precauzione che generalmente non viene usata, e che sarebbe venuta a mancare nel caso in esame.

Essendosi tratti alcuni campioni delle masse di calcestruzzo dell'opera si è proceduto quindi all'esame e si è constatato che vi sono parti molto compatte conglomerate con la malta che appare abbastanza ricca di cemento, parti costituite da pietrisco minuto con aspetto alveolare ben cementate con malta in apparenza buona, e parti infine alquanto cavernose con pietrisco di dimensioni ordinarie assai deficienti di malta, ma esse pure ben cementate. Tale fatto, a parere della Commissione, dipende sia delle cause prime accennate nella formazione delle massicciate, sia dai materiali pietrosi impiegati, ossia: pietrisco ordinario, pietrisco minuto e sabbia, preparati tutti con frantoio e dalle proporzioni relative indipendentemente dal dosamento di cemento adottato.

I tre elementi anzidetti, tutti a facce piene, a spigoli vivi ed a prominenze, mal si prestano a costituire un conglomerato compatto senza eccezionali diligenze di precauzioni, perché facilmente si pongono in contrasto dando luogo alle caverne più o meno numerose e di volume più o meno grande già rilevate, con pregiudizievole aumento di volume dell'impasto e conseguente costituzione di calcestruzzo magro.

La Commissione, astraendo da ragioni strettamente economiche, ritiene che per ottenere un conglomerato compatto, quale occorre specialmente per le opere di fortificazione, anche quando si adoperi pietrisco invece di ghiaia, come generalmente accade montagna, sia consigliabile sostituire alla parte di pietrisco minuto un equivalente di ghiaietto di torrente che, con le forme tondeggianti, riempie più facilmente i vani, e sabbia di torrente a quella di macinazione più adatta all'ufficio di distribuire convenientemente il conglomerante in tutta la massa. Tali sostituzioni implicano peraltro aumenti sensibili di spese, particolarmente in opere molto elevate e lontane da siti di estrazione di ghiaia e rena di torrente, come il Verena.

La Commissione osserva che la cavernosità e la magrezza rilevata nelle massicciate in esame può anche dipendere da non adeguate proporzioni dei tre componenti inerti: pietrisco grosso, pietrisco minuto e rena, e particolarmente dall'abbondanza di pietrisco minuto e deficienza di rena,

indipendentemente dalla quantità di cemento impiegato, avendo presente che il miscuglio di componenti veniva fatto, come d'uso generalmente, con elementi a secco. Non è quindi dato arguire dalla magrezza del conglomerato, se ed in quale misura possa esservi stata frode nell'impiego del cemento, ciò che probabilmente può essere dedotto solo con analisi da eseguirsi in adatti gabinetti sperimentali.

Esaminati successivamente i documenti amministrativi esistenti presso la Direzione si è rilevato che, nei contratti, fra i quali vi è quello principalmente principale in data 20 maggio 1912, per l'ammontare di Lire 500.000, non sono stabilite condizioni speciali circa le caratteristiche e le provenienze del cemento e circa la composizione del calcestruzzo, ma sono richiamate semplicemente le condizioni del capitolato tipo, le quali sembrano non sufficienti a garantire l'amministrazione per quanto concerne la qualità e la provenienza del cemento. Tale capitolato, infatti, non determina le caratteristiche le condizioni di resistenza alle quali devono soddisfare i cementi, ma si limita a designare come cementi di 1^a 2^a e 3^a qualità quelli corrispondenti alle tre migliori qualità di cemento delle principali ditte di Casale Monferrato e della Società Italiana di Bergamo.

Ora, il Presidente della Commissione fa presente che, per i lavori di difesa in altre regioni, le fabbriche di Bergamo rifiutavano di accettare le condizioni di resistenza prescritta nelle norme emanate dall'Ispettorato nel 1905 per l'accettazione dei cementi e non volevano ammettere che quelle del ministero dei L.L. P.B. per le strutture di cemento armato, alquanto inferiori a quelle sopra citate dall'Ispettorato del Genio: ciò dimostra come le società di Bergamo non garantiscono, con i loro cementi, i coefficienti di resistenza dei migliori prodotti del Monferrato né quelli stabiliti come condizione di accettazione delle ricordate norme dell'Ispettorato. Quindi, la condizione generica del capitolato tipo della Direzione non può ritenersi sufficiente.

Si aggiunge che manca nei contratti la condizione, generalmente usata e prescritta anche nel Ministero dei Lavori Pubblici, che l'impresario debba dichiarare da quale ditta accreditata intende provvedersi di cemento, ciò che facilita il controllo e dà un certo affidamento sulla qualità, mentre la piena libertà dell'impresa, come nei contratti stipulati per il Verena, può dare luogo a provviste da fornitori diversi di prodotti senza garanzia e mettere l'amministrazione appaltante in condizioni da dover procedere a frequenti ed estesi analisi e prove.

In oggetto, si rileva da un carteggio esistente presso il Comando del Genio, che al Comando stesso era stato segnalato per due volte che il cemento provveduto per il Verena non era delle migliori qualità, o quanto meno proveniente da fabbriche che non godevano della migliore reputazione; su di che il Comando stesso, con foglio del 13 giugno 1912 n. 46 R.P. richiamava l'attenzione della Direzione invitandola a procedere ai voluti esperimenti. E la Direzione, con foglio del 28 giugno, n. 15 R.P., notificava di avere prelevato i necessari campioni dai depositi dell'impresa e di avere iniziato gli

esperimenti prescritti, riservandosi di riferire non appena gli esperimenti fossero ultimati: ma a tal punto si arresta il carteggio, senz'altro seguito. Si rinviene però, presso la Direzione, un registro di prova da cui ne appaiono cinque eseguite fra giugno e luglio del 1912, per i lavori al Verena e a Campolongo, con risultati non costantemente buoni, ma non risulta quali provvedimenti siano stati presi in conseguenza, a garanzia del lavoro. Anche su questo dubbio circa la qualità del cemento la Commissione non ha gli elementi per pronunziarsi, e ritiene che forse un giudizio potrebbe emettersi in seguito ad analisi da compiersi da un gabinetto sperimentale.

La Commissione rileva che nei contratti è contemplata la formazione delle massicciate di calcestruzzo includendo nel prezzo anche la provvista del cemento per conto dell'impresa. Tale provvedimento non garantisce l'impiego del cemento nella quantità voluta e prescritta, a meno di un costante e rigido controllo per parte di funzionario dirigente e provato dell'amministrazione, su di che non è possibile generalmente fare affidamento soprattutto per la scarsità numerica di personale. Ciò ha consigliato costantemente, e consiglia tuttavia, a dividere la provvista di cemento, da farsi per conto dell'amministrazione, dalla formazione delle massicciate da parte dell'impresa con impiego di cemento da prelevarsi nei magazzini dell'amministrazione; sistema atto a garantire anche senza la più assidua vigilanza, il dosamento voluto di cemento, poiché l'impresa non ha alcun incentivo a farne risparmio.

Non è dato chiarire per quali ragioni la Direzione non abbia eseguito tale procedimento non più con più sicura garanzia per il risultato del lavoro. Esaminati i registri delle trasferte per desumere quale vigilanza possono aver esercitato il Signor Comandante e il Signor Direttore del Genio dell'andamento dei lavori, si è riscontrato da parte del primo una gita nel 1912 e nessuno nel 1913; durante i quali anni fu quasi completamente costruita l'opera e da parte del direttore non si potevano riscontrare che due gite del maggio e nel giugno del 1912, trovandosi tuttora alla revisione, presso gli uffici centrali, i registri del successivo esercizio.

Interpellato infine il Capitano Signor Abbate Daga, che fu direttore dei lavori fino a tutto il 1913, e che condusse quindi a compimento tutta la parte essenziale dell'opera, egli ha fornito le risposte che si rilevano nel foglio qui annesso, dove sono anche riportati i quesiti fattigli.

Dalle constatazioni e considerazioni precedentemente esposte e delle spiegazioni fornite dall'Ufficiale che abbia a dirigere lavori, la Commissione ritiene di formulare le seguenti deduzioni e conclusioni:

1. La debole struttura mista di muratura ordinaria, muro a secco calcestruzzo rilevata nella parte inferiore della massicciata frontale fu suggerita da malinteso spirito di economia e può attribuirsi a deficiente senso pratico del direttore dei lavori e a poca accortezza o inavvertenza del titolare della direzione che, a ricevere i disegni di dettaglio, non ebbe a rilevare l'errore e

non mosse osservazioni; la qual cosa indusse il direttore dei lavori ritenere di aver ottenuto l'implicita approvazione.

2. Nei contratti stipulati non furono tenute presenti le istruzioni emanate dall'Ispettorato delle costruzioni del Genio nel 1905 circa le condizioni particolari da inserirsi nel capitolato d'appalto su requisiti dei cementi, limitandosi a richiamare le condizioni generiche del capitolato tipo, le quali, come si è premesso, non danno tutta la garanzia che si richiede in opere di speciale importanza come quelle di fortificazione. Ne è prova il fatto che, tanto nel corso dei lavori quanto nel presente, si ebbero e si hanno dubbi sulla qualità del cemento impiegato; dubbi che non risultano eliminati a suo tempo, come era dovere dalla Direzione e del Comando competenti.
3. Nella determinazione delle proporzioni dei diversi elementi occorrenti a comporre il conglomerato non furono rispettate le buone norme, le quali consigliano di limitare le proporzioni del ghiaietto e del pietrisco minuto che, se usato in abbondanza, ha l'effetto di rendere magro il calcestruzzo. In proposito, le istruzioni diramate dal competente Ispettorato del Genio sull'impiego dei calcestruzzi nel 1890 ammettono l'impiego di ghiaietto in quantità non superiore ad $\frac{1}{4}$ del volume del pietrisco. Si deduce, invece, delle spiegazioni del direttore dei lavori che il miscuglio veniva fatto con 4 volumi di pietrisco ordinario, 4 di ghiaietto e pietrisco minuto e 3 di rena, con esuberanza rilevante di ghiaietto e deficienza di rena, cause concomitanti della magrezza del conglomerato.
4. Col prezzo globale assegnato al calcestruzzo comprendendovi anche il cemento, in luogo di provvedere quest'ultimo materiale a parte, introdurlo in magazzino e somministrarlo all'impresa su misura del bisogno, si è derogato da un sistema che, se non è prescritto formalmente, è tuttavia seguito in gran parte dei lavori e con buon esito, e permette un controllo sulla qualità del cemento impiegato, eliminando le cause che possono indurre l'impresa a speculare sul consumo di cemento. Tale deroga non permette di affermare che le massicciate siano state seguite col dosamento di cemento stabilito in contratto ed è dubbio che sia dato avere tale controllo da prove che possono compiersi in laboratori sperimentali.
5. Nella formazione della massicciata non furono usati tutti i possibili accorgimenti e le precauzioni per ottenere la maggiore aderenza fra i diversi strati e la possibile e uniforme compattezza del conglomerante.
6. La commissione non può pronunciarsi, come in precedenza si è accennato, circa la qualità e la quantità di cemento impiegato in rapporto agli oneri contrattuali, non potendo fornire elementi di giudizio il semplice esame di parti di conglomerato. Furono però prelevati cinque campioni di aspetto e compattezza diversa che vennero consegnati al Comando territoriale del Genio di

Verona affinché esso si metta in rapporto con i gabinetti sperimentali di istituti superiori o delle ferrovie, e procuri di far compiere le correnti analisi e prove che permettano, ove sia possibile, di esprimere un fondato giudizio.

Il comando farà, a suo tempo, le volute comunicazioni al Presidente della Commissione che a sua volta le riferirà al Comando del V Corpo d'Armata. La Commissione, oltre alle contestazioni di fatto ed all'esame di carteggio di documenti amministrativi, ha limitato l'interrogazione al solo Capitano Signor Abbate Daga, che fu direttore dei lavori, ma non ho potuto rivolgere Interrogazioni al personale inferiore che se straordinario non è più in servizio, se di carriera non è più alla direzione, e al Colonnello Direttore del tempo Cav. Polleschi, in posizione ausiliaria. Per quest'ultima ragione, ed anche perché non di sua competenza, non furono rivolte interrogazioni al Signor Comandante territoriale del tempo del tempo Comm. Botteoni.

Nel caso si ritenga conveniente sentire questi due ufficiali la Commissione ritiene che l'interrogazione potrebbe essere fatta di preferenza dal Signor Tenente Generale Comm. Mirandoli, Comandante del Genio dell'Armata.

Indipendentemente dalle constatazioni considerazioni espone, la Commissione non può tralasciare di riaffermare, come già viene fatto presente dal Comando del Genio della I Armata, che l'opera in discussione e le altre contemporanee furono costruite prima dell'adozione delle nuove bocche da fuoco di grosso calibro e che la loro resistenza fu proporzionata alle migliori bocche da fuoco di medio calibro allora in uso: alla prova dei fatti essa ha dovuto cedere di fronte all'azione del 305 austriaco, che fin dalla sua creazione ha destato fra noi e gravi preoccupazioni facendo ritenere seriamente compromessa la resistenza delle nostre migliori opere di difesa, ha resistito validamente, invece, senza danni apprezzabili ai tiri ripetuti del 152 che, nella categoria del medio calibro, è fra le migliori bocche da fuoco.

Verona, 12 luglio 1915

La commissione:

Fir. Cap. Lastrico

Fir. Colon. Strazzeri

Mag. Gen. Angelozzi

Inchiesta sulla costruzione dell'opera di Verena

Risposte del direttore dei lavori ai quesiti fatti gli dal Sig. Maggiore Generale Angelozzi Comm. Camillo

Quesiti

- 1) Risulta, dal progetto approvato, che la massa frontale dell'opera è costituita con massicciata di calcestruzzo grossa m. 4, dal pendio del parapetto fino alla roccia sottostante. In costruzione, invece, sulla sinistra della batteria, ove il livello della roccia è più basso che non sulla destra, e dove furono ricavati locali sotterranei, la massa è stata limitata a m.2,5 circa sotto il pendio suddetto e la parte sottostante, fino a raggiungere la roccia è stata costituita da un debole muro di pietrame in malta di cemento di m. 0,6 con anteposto muro di pietrame secco. Per quali ragioni e con quale autorizzazione alla direzione dei lavori ha adottato questo provvedimento che non risponde alle caratteristiche volute per un'opera di difesa esposta tiri potenti o avversari.
- 2) Come venne determinata la proporzione dei diversi cementi inerti (pietrisco grosso minuto e rena) del calcestruzzo per garantire che il conglomerato riuscisse compatto. E se nel corso dei lavori è stato controllato che le qualità e quantità relative furono mantenute costanti.
- 3) Se furono tenute presenti le norme dell'Ispettorato Generale del Genio per l'impiego del calcestruzzo (anno 1900), in caso negativo per quali ragioni.
- 4) Se furono stabilite le caratteristiche dei cementi da impiegare e se queste condizioni rispondevano effettivamente alle qualità delle buone fabbriche di cemento ed alle condizioni particolari prescritte dall'Ispettorato Generale del Genio con il fascicolo "Gennaio 1905".
- 5) Se venivano fatti i controlli e verifiche sulle qualità dei cementi.
- 6) Se negli impasti veniva impiegata la quantità di cemento prescritta o chi la controllava.
- 7) Per quali ragioni non si è preferito acquistare separatamente cemento, introducendolo in magazzino per conto dell'amministrazione militare e quindi eseguire le massicciate con cemento

dell'amministrazione. Ciò che avrebbe dato maggior garanzia sulla provenienza del cemento e sulla dosatura del calcestruzzo.

8) Come veniva assicurata l'amministrazione militare che l'operazione degli impasti e delle gettate fosse eseguita a regola d'arte in modo da garantire sempre la compattezza delle massicciate e l'aderenza dei diversi strati.

Risposte

1) La direzione dei lavori avendo compilato e rassegnato (1 settembre 1912) i disegni completi dell'opera di Monte Verena, come avrebbe dovuto risultare dopo le modificazioni ordinate sia verbalmente, sia in seguito alle varianti ordinate delle superiori autorità al progetto primitivo, e non avendo ricevuto osservazione di sorta, ritenne approvati i nuovi disegni e costruì l'opera secondo i medesimi. Nella compilazione di tali disegni era sì tenuto presente la necessità, continuamente rappresentata dalla Direzione di economizzare per quanto possibile nella spesa, e quindi ritenendo sufficiente la produzione data dal complesso della massa coprente di terra, a muro secco, ed in malta si era ridotta la massa cementizia sulla sinistra come da disegno. Non avendo ricevuto osservazione di sorta si ritenne tale dispositivo rispondere pienamente ai superiori intendimenti.

2) La determinazione venne seguita con prove materiali dalle quali risultò che impiegando più di tre carriere di sabbia venne limitata a 3/8 del pietrisco (metà grosso e metà minuto). Alla sorveglianza della regolarità degli impasti era preposto un operaio intelligente di piena fiducia del sottoscritto o quindi si ritenne assicurato che detta regolarità fosse costante.

3) Nell'impiego del calcestruzzo non vennero tenute presenti le norme citate, perché ignorate, ma solo venne seguito il capitolato della direzione di Verona.

4) Nei cottimi per l'opera di Monte Verena non vennero particolarmente indicate le condizioni cui dovevano soddisfare i cementi, sebbene ciò fosse stato fatto fino a tutto il 1910 nei cottimi precedenti per le costruzioni delle opere di Corbin e Campolongo: non si ricorda la ragione di tale soppressione, a meno che non sia stata l'avvenuta compilazione del nuovo capitolato della direzione di Verona, pubblicato poi nel 1912, nel quale le qualità dei cementi erano paragonate a quelle delle fabbriche di Casale e Società Calce e Cemento in Bergamo. Però, in effetti vigevano le stesse norme di controllo;

poiché la Direzione eseguiva in Verona le prove di gabinetto per stabilire o meno l'accettazione delle partite di cemento. La direzione dei lavori ha quindi ritenuto sempre che i cementi rispondessero alle norme stabilite dal Superiore Ispettorato. D'altra parte i cottimi erano trasmessi alla direzione in minuta per l'approvazione, prima di essere regolarmente scritturati, ed il sottoscritto ritiene che fra le minute stesse debba trovarsi traccia della soppressione delle dette condizioni sulle caratteristiche dei cementi.

5) Allorquando giungevano carichi di cemento nei magazzini venivano sempre controllate le marche e molto spesso prelevati dalla direzione dei lavori ed inviati a Verona campioni (più volte, anzi, tali campioni vennero prelevati direttamente dal Sig. Direttore del Genio) per l'esame di gabinetto, non essendo tale esame di competenza dell'Ufficio dei lavori.

6) Negli impasti venivano impiegati 4 ql di cemento per metro cubo e tale quantità era controllata dal suddetto operaio di fiducia (Pretto Francesco, talora sostituito dall'altro operaio, pure di fiducia, Costa Antonio) e dal personale dell'Ufficio (assistente sig. Vianello e Ragioniere che quasi tutti gli anni venne cambiato) e dal sottoscritto nelle frequentissime visite fatte ai lavori. L'assistente sig. Vianello non era tenuto in permanenza sui lavori di Monte Verena essendo egli il solo assistente dell'ufficio il quale doveva attendere anche alla costruzione dell'opera di Campolongo, all'ultimazione di quelle del Corbin, nonché alla manutenzione di tutta la piazza di Asiago.

7) Il sistema contornato venne seguito per l'opera di Punta Corbin ed in parte per quella di Campolongo: non si conosce la ragione del cambiamento, ma la si ritiene rispondente all'esito di conferenze tenute dalla Direzione con le superiori autorità in merito alla mancanza di personale di sorveglianza nelle Direzioni del Genio.

8) Gli impasti erano sorvegliati come innanzi detto e la loro gettata ugualmente avvenendo le due operazioni quasi nello stesso luogo. La compattezza degli strati si otteneva con la battitura dell'impasto disteso in opera, e l'aderenza dei nuovi strati con i precedenti, se già assodati, con aspersione d'acqua, e, se vecchi, con successiva distesa di cemento liquido; la compattezza della massa viene anche qualche volta provata direttamente dal sig. Colonnello Direttore e se non si erra dallo stesso Sig. Comandante del Genio di Verona.

Il Capitano del Genio direttore dei lavori Abbate Daga.

Annotazione: esaminata la minuta di contratto esistente presso l'ufficio di Asiago si è trovata identica al contratto originale senza alcuna traccia della soppressione di cui alla risposta 4.

Generale Angelozzi

Annotazione: esaminata la minuta di contratto esistente presso l'ufficio di Asiago si è trovata identica al contratto originale senza alcuna traccia della soppressione di cui alla risposta 4.

Generale Angelozzi

App. 6.2.4

COMANDO DELLA PRIMA ARMATA

Comando del Genio

Verona, addì luglio 1915

Risposta a

OGGETTO: Inchiesta sulle strutture del forte Verena.

Annessi: n. 3

Al Comando della I Armata

Verona

I tipi di demolizione eseguiti recentemente con il mortaio austriaco da 305 contro il forte Verena ebbero risultati tali da far nascere il dubbio di trascuratezza e di frode nell'esecuzione di quell'opera di fortificazione.

Contro il Capitano Cav. Abbate Daga, già direttore dei lavori del Verena, sono pure in corso alcune vaghe e sfavorevoli voci non suffragate peraltro né da regolari posizioni né da documenti.

Codesto comando non nominò un'apposita commissione per indagare sui fatti e la medesima riferì con l'unito rapporto che fu trasmesso dal Comando del V corpo d'Armata. Indubbiamente dal rapporto della commissione emergono fatti molto gravi. Tali sono invero; la variante seguita sul profilo della sinistra del fronte dell'opera, variante che ne diminuisce sensibilmente la resistenza; la mancanza di prove sperimentali sulla qualità del cemento adoperato, malgrado avvisi pervenuti al Comando del Genio di Verona che lo mettevano in guardia sulla scadente qualità di quello fornito dall'impresa del Verena: la cattiva composizione dei calcestruzzi per cui l'accesso di pietrisco minuto riduceva il dosamento della malta cementizia al di sotto dello stabilito.

Il Direttore dei lavori, poiché dichiara ignorare le norme sull'impiego dei calcestruzzi di cemento emanate dall'Ispettorato del genio del 1900 e nel 1905; il Direttore del Genio dell'epoca che non si accorgono della variante essenziale proposta per il profilo del forte e si recano una sola volta nel posto durante l'intera costruzione dell'opera debbono, a mi avviso, dare stretta ragione del loro operato.

La commissione non si pronuncia circa la frode in attesa dei risultati di esami dei campioni di calcestruzzo: ma si può affermare che essendo risultato nella composizione del calcestruzzo un eccesso di pietrisco minuto, il calcestruzzo stesso indubbiamente fu pagato più del suo valore. Comunque, la

questione involve le responsabilità oltre che del direttore dei lavori Capitano Abbate Daga, anche quella del Colonnello Cav. Polleschi e del Maggior Generale Botteoni, rispettivamente Direttore del Genio e Comandante del Genio di Verona all'epoca della costruzione del forte Verena: anche l'opera di questi ufficiali quindi deve essere esaminata.

Prima di decidere sul procedimento, credo debba trasmettersi al locale Tribunale Militare, con carico di restituzione, l'unito incarto per esame e parere, con riserva di comunicare i risultati delle analisi dei calcestruzzi di cui nel rapporto già menzionato, appena mi perverranno.

Il Tenente Generale Comandante del Genio d'Armata
Mirandoli

App. 6.2.5

16 luglio 1915

COMANDO V CORPO D'ARMATA

n. 1200 riservatissima risposta al foglio numero 20.000 R.S. 5 corrente mese

Oggetto: Forte Verena

Annessi: n. 3

Al Comando della I Armata

Trasmetto la relazione compilata dalla commissione nominata dall' E. V. col foglio sopra indicato per l'accertamento delle strutture del forte di Monte Verena. Gli accertamenti fatti della commissione sono sufficientemente esaurienti e completi dal lato tecnico; le principali deficienze manchevolezze si possono distintamente raggruppare ed attribuire:

- 1) alla non esistenza ed all'insufficienza di determinate e precise norme di garanzia per le situazione dei lavori, scelta dei materiali, composizione delle malte ecc;
- 2) al disinteressamento e alla inculatezza da parte del Comando e Direzione Territoriale del Genio Militare;
- 3) alla negligenza ed imperizia del direttore dei lavori Capitano Abbate Daga.

Non entro in merito a quanto accennato al N. I.; devo invece dichiarare come dovrebbe essere inammissibile il mutare completamente la fisionomia di uno dei tratti più caratteristici dell'opera e cioè della parte centrale della massa frontale, senza il benestare dell'autorità tecnica centrale o quantomeno senza esplicita approvazione del Comando del Genio.

Essendosi tratti alcuni campioni delle masse di calcestruzzo dell'opera si è proceduto quindi all'esame e si è constatato che vi sono parti molto compatte conglomerate con la malta che appare abbastanza ricca di cemento, parti costituite da pietrisco minuto con aspetto alveolare ben cementate con malta in apparenza buona, e parti infine alquanto cavernose con pietrisco di dimensioni ordinarie assai deficienti di malta, ma esse pure ben cementate. Tale fatto, a parere della Commissione, dipende sia delle cause prime accennate nella formazione delle massicciate, sia dai materiali pietrosi impiegati, ossia: pietrisco ordinario, pietrisco minuto e sabbia, preparati tutti con frantoio e dalle proporzioni relative indipendentemente dal dosamento di cemento adottato.

I tre elementi anzidetti, tutti a facce piene, a spigoli vivi ed a prominenze, mal si prestano a costituire

un conglomerato compatto senza eccezionali diligenze di precauzioni, perché facilmente si pongono in contrasto dando luogo alle caverne più o meno numerose e di volume più o meno grande già rilevate, con pregiudizievole aumento di volume dell'impasto e conseguente costituzione di calcestruzzo magro.

La Commissione, astraendo da ragioni strettamente economiche, ritiene che per ottenere un conglomerato compatto, quale occorre specialmente per le opere di fortificazione, anche quando si adoperi pietrisco invece di ghiaia, come generalmente accade montagna, sia consigliabile sostituire alla parte di pietrisco minuto un equivalente di ghiaietto di torrente che, con le forme tondeggianti, riempie più facilmente i vani, e sabbia di torrente a quella di macinazione più adatta all'ufficio di distribuire convenientemente il conglomerante in tutta la massa. Tali sostituzioni implicano peraltro aumenti sensibili di spese, particolarmente in opere molto elevate e lontane da siti di estrazione di ghiaia e rena di torrente, come il Verena.

La Commissione osserva che la cavernosità e la magrezza rilevata nelle massicciate in esame può anche dipendere da non adeguate proporzioni dei tre componenti inerti: pietrisco grosso, pietrisco minuto e rena, e particolarmente dall'abbondanza di pietrisco minuto e deficienza di rena, indipendentemente dalla quantità di cemento impiegato, avendo presente che il miscuglio di componenti veniva fatto, come d'uso generalmente, con elementi a secco. Non è quindi dato arguire dalla magrezza del conglomerato, se ed in quale misura possa esservi stata frode nell'impiego del cemento, ciò che probabilmente può essere dedotto solo con analisi da eseguirsi in adatti gabinetti sperimentali.

Esaminati successivamente i documenti amministrativi esistenti presso la Direzione si è rilevato che, nei contratti, fra i quali vi è quello principalmente principale in data 20 maggio 1912, per l'ammontare di Lire 500.000, non sono stabilite condizioni speciali circa le caratteristiche e le provenienze del cemento e circa la composizione del calcestruzzo, ma sono richiamate semplicemente le condizioni del capitolato tipo, le quali sembrano non sufficienti a garantire l'amministrazione per quanto concerne la qualità e la provenienza del cemento. Tale capitolato, infatti, non determina le caratteristiche le condizioni di resistenza alle quali devono soddisfare i cementi, ma si limita a designare come cementi di 1^a 2^a e 3^a qualità quelli corrispondenti alle tre migliori qualità di cemento delle principali ditte di Casale Monferrato e della Società Italiana di Bergamo.

Ora, il Presidente della Commissione fa presente che, per i lavori di difesa in altre regioni, le fabbriche di Bergamo rifiutavano di accettare le condizioni di resistenza prescritta nelle norme emanate dall'Ispettorato nel 1905 per l'accettazione dei cementi e non volevano ammettere che quelle del ministero dei L.L. P.B. per le strutture di cemento armato, alquanto inferiori a quelle sopra citate dall'Ispettorato del Genio: ciò dimostra come le società di Bergamo non garantiscono, con i loro

cementi, i coefficienti di resistenza dei migliori prodotti del Monferrato né quelli stabiliti come condizione di accettazione delle ricordate norme dell'Ispettorato. Quindi, la condizione generica del capitolato tipo della Direzione non può ritenersi sufficiente.

Si aggiunge che manca nei contratti la condizione, generalmente usata e prescritta anche nel Ministero dei Lavori Pubblici, che l'impresario debba dichiarare da quale ditta accreditata intende provvedersi di cemento, ciò che facilita il controllo e dà un certo affidamento sulla qualità, mentre la piena libertà dell'impresa, come nei contratti stipulati per il Verena, può dare luogo a provviste da fornitori diversi di prodotti senza garanzia e mettere l'amministrazione appaltante in condizioni da dover procedere a frequenti ed estesi analisi e prove.

In oggetto, si rileva da un carteggio esistente presso il Comando del Genio, che al Comando stesso era stato segnalato per due volte che il cemento provveduto per il Verena non era delle migliori qualità, o quanto meno proveniente da fabbriche che non godevano della migliore reputazione; su di che il Comando stesso, con foglio del 13 giugno 1912 n. 46 R.P. richiamava l'attenzione della Direzione invitandola procedere ai voluti esperimenti. E la Direzione, con foglio del 28 giugno, n. 15 R.P., notificava di avere prelevato i necessari campioni dai depositi dell'impresa e di avere iniziato gli esperimenti prescritti, riservandosi di riferire non appena gli esperimenti fossero ultimati: ma a tal punto si arresta il carteggio, senz'altro seguito. Si rinviene però, presso la Direzione, un registro di prova da cui ne appaiono cinque eseguite fra giugno e luglio del 1912, per i lavori al Verena e a Campolongo, con risultati non costantemente buoni, ma non risulta quali provvedimenti siano stati presi in conseguenza, a garanzia del lavoro. Anche su questo dubbio circa la qualità del cemento la Commissione non ha gli elementi per pronunziarsi, e ritiene che forse un giudizio potrebbe emettersi in seguito ad analisi da compiersi da un gabinetto sperimentale.

La Commissione rileva che nei contratti è contemplata la formazione delle massicciate di calcestruzzo includendo nel prezzo anche la provvista del cemento per conto dell'impresa. Tale provvedimento non garantisce l'impiego del cemento nella quantità voluta e prescritta, a meno di un costante e rigido controllo per parte di funzionario dirigente e provato dell'amministrazione, su di che non è possibile generalmente fare affidamento soprattutto per la scarsità numerica di personale. Ciò ha consigliato costantemente, e consiglia tuttavia, a dividere la provvista di cemento, da farsi per conto dell'amministrazione, dalla formazione delle massicciate da parte dell'impresa con impiego di cemento da prelevarsi nei magazzini dell'amministrazione; sistema atto a garantire anche senza la più assidua vigilanza, il dosamento voluto di cemento, poiché l'impresa non ha alcun incentivo a farne risparmio.

Non è dato chiarire per quali ragioni la Direzione non abbia eseguito tale procedimento non più con più sicura garanzia per il risultato del lavoro. Esaminati i registri delle trasferte per desumere quale

vigilanza possono aver esercitato il Signor Comandante e il Signor Direttore del Genio dell'andamento dei lavori, si è riscontrato da parte del primo una gita nel 1912 e nessuno nel 1913; durante i quali anni fu quasi completamente costruita l'opera e da parte del direttore non si potevano riscontrare che due gite del maggio e nel giugno del 1912, trovandosi tuttora alla revisione, presso gli uffici centrali, i registri del successivo esercizio.

Interpellato infine il Capitano Signor Abbate Daga, che fu direttore dei lavori fino a tutto il 1913, e che condusse quindi a compimento tutta la parte essenziale dell'opera, egli ha fornito le risposte che si rilevano nel foglio qui annesso, dove sono anche riportati i quesiti fattigli.

Dalle constatazioni e considerazioni precedentemente esposte e delle spiegazioni fornite dall'Ufficiale che abbia a dirigere lavori, la Commissione ritiene di formulare le seguenti deduzioni e conclusioni:

1. La debole struttura mista di muratura ordinaria, muro a secco calcestruzzo rilevata nella parte inferiore della massicciata frontale fu suggerita da malinteso spirito di economia e può attribuirsi a deficiente senso pratico del direttore dei lavori e a poca accortezza o inavvertenza del titolare della direzione che, a ricevere i disegni di dettaglio, non ebbe a rilevare l'errore e non mosse osservazioni; la qual cosa indusse il direttore dei lavori ritenere di aver ottenuto l'implicita approvazione.
2. Nei contratti stipulati non furono tenute presenti le istruzioni emanate dall'Ispettorato delle costruzioni del Genio nel 1905 circa le condizioni particolari da inserirsi nel capitolato d'appalto su requisiti dei cementi, limitandosi a richiamare le condizioni generiche del capitolato tipo, le quali, come si è premesso, non danno tutta la garanzia che si richiede in opere di speciale importanza come quelle di fortificazione. Ne è prova il fatto che, tanto nel corso dei lavori quanto nel presente, si ebbero e si hanno dubbi sulla qualità del cemento impiegato; dubbi che non risultano eliminati a suo tempo, come era dovere dalla Direzione e del Comando competenti.
3. Nella determinazione delle proporzioni dei diversi elementi occorrenti a comporre il conglomerato non furono rispettate le buone norme, le quali consigliano di limitare le proporzioni del ghiaietto e del pietrisco minuto che, se usato in abbondanza, ha l'effetto di rendere magro il calcestruzzo. In proposito, le istruzioni diramate dal competente Ispettorato del Genio sull'impiego dei calcestruzzi nel 1890 ammettono l'impiego di ghiaietto in quantità non superiore ad $\frac{1}{4}$ del volume del pietrisco. Si deduce, invece, dalle spiegazioni del direttore dei lavori che il miscuglio veniva fatto con 4 volumi di pietrisco ordinario, 4 di ghiaietto e pietrisco minuto e 3 di rena, con esuberanza rilevante di ghiaietto e deficienza di rena, cause concomitanti della magrezza del conglomerato.

4. Col prezzo globale assegnato al calcestruzzo comprendendovi anche il cemento, in luogo di provvedere quest'ultimo materiale a parte, introdurlo in magazzino e somministrarlo all'impresa su misura del bisogno, si è derogato da un sistema che, se non è prescritto formalmente, è tuttavia seguito in gran parte dei lavori e con buon esito, e permette un controllo sulla qualità del cemento impiegato, eliminando le cause che possono indurre l'impresa a speculare sul consumo di cemento. Tale deroga non permette di affermare che le massicciate siano state seguite col dosamento di cemento stabilito in contratto ed è dubbio che sia dato avere tale controllo da prove che possono compiersi in laboratori sperimentali.
5. Nella formazione della massicciata non furono usati tutti i possibili accorgimenti e le precauzioni per ottenere la maggiore aderenza fra i diversi strati e la possibile e uniforme compattezza del conglomerante.
6. La commissione non può pronunciarsi, come in precedenza si è accennato, circa la qualità e la quantità di cemento impiegato in rapporto agli oneri contrattuali, non potendo fornire elementi di giudizio il semplice esame di parti di conglomerato. Furono però prelevati cinque campioni di aspetto e compattezza diversa che vennero consegnati al Comando territoriale del Genio di Verona affinché esso si metta in rapporto con i gabinetti sperimentali di istituti superiori o delle ferrovie, e procuri di far compiere le correnti analisi e prove che permettano, ove sia possibile, di esprimere un fondato giudizio.

Il comando farà, a suo tempo, le volute comunicazioni al Presidente della Commissione che a sua volta le riferirà al Comando del V Corpo d'Armata. La Commissione, oltre alle contestazioni di fatto ed all'esame di carteggio di documenti amministrativi, ha limitato l'interrogazione al solo Capitano Signor Abbate Daga, che fu direttore dei lavori, ma non ho potuto rivolgere Interrogazioni al personale inferiore che se straordinario non è più in servizio, se di carriera non è più alla direzione, e al Colonnello Direttore del tempo Cav. Polleschi, in posizione ausiliaria. Per quest'ultima ragione, ed anche perché non di sua competenza, non furono rivolte interrogazioni al Signor Comandante territoriale del tempo del tempo Comm. Botteoni.

Nel caso si ritenga conveniente sentire questi due ufficiali la Commissione ritiene che l'interrogazione potrebbe essere fatta di preferenza dal Signor Tenente Generale Comm. Mirandoli, Comandante del Genio dell'Armata.

Indipendentemente dalle constatazioni considerazioni esposte, la Commissione non può tralasciare di riaffermare, come già viene fatto presente dal Comando del Genio della I Armata, che l'opera in discussione e le altre contemporanee furono costruite prima dell'adozione delle nuove bocche da fuoco di grosso calibro e che la loro resistenza fu proporzionata alle migliori bocche da fuoco di medio

calibro allora in uso: alla prova dei fatti essa ha dovuto cedere di fronte all'azione del 305 austriaco, che fin dalla sua creazione ha destato fra noi e gravi preoccupazioni facendo ritenere seriamente compromessa la resistenza delle nostri migliori opere di difese, ha resistito validamente, invece, senza danni apprezzabili ai tiri ripetuti del 152 che, nella categoria del medio calibro, è fra le migliori bocche da fuoco.

Verona, 12 luglio 1915

La commissione:

Cap. Lastrico

Colon. Strazzeri

Mag. Gen. Angelozzi

In questi tre anni di ricerca e poi nella successiva fase di sintesi ho ricevuto una serie di aiuti, incoraggiamenti e consigli, che mi hanno agevolata nel portare a compimento questo lavoro.

Nell'ambito dei contributi disciplinari desidero dapprima ringraziare il mio tutor, prof. arch. Renata Picone, per avere profuso in occasione di questo studio ogni utile consiglio e suggerimento e per avere guidato scientificamente la stesura del testo definito; un ringraziamento particolare va al collegio dei docenti ed in special modo al prof. Michelangelo Russo, coordinatore del dottorato.

Un sentito grazie alla professoressa Alessandra Quendolo dell'Università degli Studi di Trento per avere condiviso i suoi studi e ricerche sul tema del "paesaggio di guerra", a Rita Bernini, Maurizio De Vita, Pasquale Miano, Maria Piera Sette, Piero Cimbolli Spagnesi, Luigi Tomassini, Elio Trusiani, Maria Grazia Turco per avere fornito il loro contributo scientifico in occasione delle due giornate di studio "Military Landscapes. Fortifications and word war I. Knowledge, restoration and enhancement" e "Fortificazione campale e camouflage. Camminamenti, trincee e paesaggi di guerra", da me organizzate in seno al mio percorso di ricerca dottorale.

La mia gratitudine va anche a quanti tra gli addetti agli archivi e alle biblioteche hanno agevolato le mie ricerche; un pensiero speciale, tra questi va a: Filippo Cappellano per aver condiviso un suo primissimo studio sullo spionaggio militare italiano, all'indomani dell'Unità d'Italia, che è stato volano per una successiva e più approfondita ricerca sul tema delle fortificazioni austroungariche, agevolandomi nella consultazione del materiale d'archivio, bibliografico e documentario dell'Ufficio Storico dello Stato Maggiore Esercito; Mauro Passarin, per avere messo a disposizione il materiale dell'archivio del Museo del Risorgimento e Resistenza di Vicenza, per il sostegno e l'incoraggiamento datomi condividendo a lungo l'attenzione per questo lavoro, attraverso una costante e proficua riflessione comune sul tema della memoria della Grande Guerra; Nicola Fontana, che con grande disponibilità mi ha consentito di consultare l'ampio repertorio fotografico e iconografico conservato presso l'Archivio del Museo Storico Italiano della Guerra di Rovereto; Giulio Milone, per la sensibilità mostrata nei confronti della ricerca, mettendo a disposizione il patrimonio archivistico dell'Istituto di Storia e Cultura dell'Arma del Genio; Maria Quintiliani, e tutto il personale civile e militare impiegato all'ISCAG, che con grande generosità mi ha agevolato nel reperimento e poi nella consultazione del materiale bibliografico, ancora in corso di catalogazione.

Ringrazio inoltre quanti hanno fornito notizie o contribuito in vario modo alla buona riuscita del lavoro di tesi, e in particolare modo la dottoressa Camilla Nacci per avermi invitato a visitare l'intero percorso espositivo della mostra, promossa dalla provincia autonoma di Trento, "Arte Forte. La babele di linguaggi e di simboli legati ai conflitti", allestita presso alcuni forti austroungarici del Trentino; Chiara Comper, assessore alla Cultura e Istruzione del comune di Trambileno, con la quale abbiamo condiviso una bellissima giornata di studio a Forte Pozzacchio; Felice Longhi per avere messo a disposizione il materiale informativo su Forte Strino; Chiara Frigo, per l'ospitalità datami al rifugio Verenetta, in occasione del sopralluogo al Forte Verena; l'arch. Fiorenzo Meneghelli, per l'aiuto datomi nella schedatura di alcune fortezze della piazza di Verona e di Riva-Ceraino; John Ceruti e Mirko Carollo, per aver condiviso i primissimi rilievi sui Forti, rispettivamente, di Montecchio Nord e Verena; Giovanni De Donà e Walter Musizza per avermi omaggiato dei libri, ormai fuori commercio, sulle fortificazioni del Cadore; Sandro Flaim, Morena Dallemule e la

Soprintendenza per i Beni Architettonici della provincia autonoma di Trento; il giovane collega Joel Aldrighettoni per avere condiviso gli esiti della ricerca “La cura dei contesti fragili. Stratificazioni di segni, tracce, ferite nei “paesaggi di guerra”, ancora in itinere.

In quest’occasione, un ultimo ringraziamento va ad una persona che non c’è più, alla mia nonna paterna, che ha contribuito con il suo carattere e il suo affetto a formare la giovane donna che oggi sono.

Grazie

Rilievo metrico del Forte Montecchio Nord (Colico (LC)) e del Forte Verena (Roana (VI))

Forte Montecchio Nord

M1 Inquadramento territoriale del forte Montecchio.

M2, M3 Rilievo del forte Montecchio: planimetria del piano terra e primo.

M4, M5 Rilievo materico del forte Montecchio.

M6 Rilievo materico del forte Montecchio: particolare del fronte nord occidentale

Forte Verena

V1 Inquadramento territoriale del forte Verena.

V2 Rilievo del forte Verena: planimetria del piano terra e primo.

V3 Rilievo geometrico del forte Verena: planimetria del piano primo

V4, V5 Rilievo materico del forte Verena.

V6 Rilievo materico della caserma e del deposito di munizioni del forte Verena.

Rilievo metrico del Forte Montecchio Nord (Colico (LC))

«Il testo architettonico, prodotto dalla convergenza di molteplici eventi e saperi, costituisce una fonte inesauribile di informazioni in quanto molteplici sono le chiavi di lettura che possono essere utilizzate per interpretare gli aspetti e i significati della sua complessa realtà storica, costruttiva e figurale».

Cit.: C. Galli, *Indicazioni ed elaborati grafici per il progetto di restauro architettonico*, Napoli 2009, p. 75.

1. Sito e Morfologia

Forte Montecchio Nord sorge su una collina a 268.00 m slm, che confina con la Riserva Naturale del Pian di Spagna. Posto allo sbocco della Valtellina e della Val Chiavenna sull'alto Lago di Como, fungeva da sbarramento sulle più importanti direttrici strategiche verso Milano e la Pianura Padana.

2. Dotazione Tecnica

Le operazioni di campagna sono state eseguite mediante l'utilizzo della strumentazione di seguito riportata e con il supporto di software di disegno tecnico AutoCAD e di foto-raddrizzamento RDF dello IUAV di Venezia (*open source*).

- teodolite per la misura angolare delle poligoni principali e secondarie;
- squadro da muratore;
- disto laser;
- rotella metrica per rilevamento diretto delle distanze (bracci) tra nodi e per misura dei punti rappresentativi dell'edificio tramite trilaterazione;
- aste telescopiche da 5 e da 10 metri per le misure altimetriche;
- alcuni fili a piombo;
- una livella a bolla;
- macchina fotografica Reflex: Canon 5D Mark III con fisheye da 15mm per le foto da raddrizzare per i prospetti, treppiedi fotografico.

3. Introduzione Metodologica

Per lo storico dell'architettura il "documento" da analizzare è rappresentato dall'edificio stesso, pertanto l'operazione del rilevare ha rappresentato un espediente di lettura e di conoscenza dello stesso attraverso un processo grafico che talvolta, al fine di chiarire e semplificare le possibilità di analisi, ha

spinto a compiere un processo a ritroso nel tempo, attraverso una rilettura accurata degli incartamenti d'archivio, così da potere condurre un'analisi storico-critica che consenta di giungere alla completa conoscenza degli eventi che lo hanno riguardato.

Dopo un'accurata ricerca storica si è proceduto ad effettuare un sopralluogo finalizzato ad analizzare l'opera nel suo complesso.

Per le operazioni di rilievo si è dapprima redatto un *Eidotipo* su un precedente rilievo del forte messo a disposizione dal Direttore del Museo della Guerra Bianca dell'Adamello, dunque, si è poi passati all'elaborazione di un "progetto di rilevamento" in cui si sono preventivamente definite tutte le operazioni da eseguire: sono stati fissati i punti da rilevare, il metodo da impiegarsi, ecc.

Successivamente si è addivenuti al riconoscimento grafico-numerico dell'edificio e delle sue parti, dei rapporti dimensionali che le connettono e si è sintetizzato il tutto, attraverso la rappresentazione delle misure effettive della fabbrica, mediante piante, prospetti e sezioni.

Si è inoltre tentato di avviare un rilievo architettonico del forte, analizzandone e registrandone le caratteristiche spaziali e di superficie del manufatto per comprenderne le peculiarità materiche, con una particolare attenzione nei confronti delle rappresentazioni di tutti gli aspetti che connotano la materialità e la morfologia dell'opera, discontinuità fra un materiale e l'altro, lesioni, lacune ecc.¹

Al fine dell'ottenimento del miglior risultato qualitativo si è diviso il lavoro in più fasi:

1. raccolta dei documenti e del materiale d'archivio;
2. sopralluogo e realizzazione degli eidotipi delle piante e dei prospetti;
3. progetto di presa per il posizionamento dei punti stazione;
4. creazione di poligonale plano-altimetrica;
5. rilievo metrico di pianta ed alzato.

Vengono di seguito analizzate le singole fasi.

¹ Argomenti, questi, ampiamente trattati in G. Carbonara, *Restauro dei Monumenti. Guida agli elaborati grafici*, Napoli 1990; D. Fiorani, *Restauro architettonico e strumento informatico. Guida agli elaborati grafici*, Napoli 2004.

4. Analisi Metodologica

1. Raccolta dei documenti e del materiale d'archivio

La documentazione acquisita consiste nei file AutoCAD del progetto di riqualificazione ambientale dell'area (Comune di Colico), disegni d'archivio, foto d'epoca².

2. Sopralluogo e realizzazione degli eidotipi delle piante e dei prospetti

In questa fase si è verificata la corrispondenza dei documenti acquisiti rispetto allo stato di fatto.

In un secondo momento si è proceduto alla redazione di schizzi preliminari atti alla conoscenza del manufatto, utile supporto anche per le fasi successive.

Infine è stata effettuata una campagna fotografica dello stato di fatto.

3. Progetto di presa per il posizionamento dei punti stazione

Scopo del lavoro è quello di determinare i vertici che consentano un inquadramento univoco dei punti di appoggio per le successive osservazioni atte a realizzare la rete dei punti stazione.

Il calcolo della rete è stato determinato con un set di coordinate cartesiane (x, y, z) individuanti i punti stazione ottenuti con strumentazione ottico-elettronica tradizionale senza applicare nessun tipo di riduzione nei calcoli e/o distorsione cartografica.

4. Creazione di poligonale aperta plano-altimetrica

La costituzione di una poligonale tecnica d'appoggio a terra è stata orientata sui punti stazione definiti durante la prima fase, in modo da vincolare la suddetta.

Al fine di ottenere una migliore precisione verificando e compensando le letture di campagna si è optato per l'esecuzione di una poligonale aperta costituita da n. 200 vertici (Allegato 1 – Tabella 1) ubicati sul terreno mediante l'uso di paline infisse nel terreno (ove possibile).

La poligonale, al fine di minimizzare gli errori di misurazione angolare, è stata realizzata mediante sistema a centramento forzato utilizzando il classico schema dei tre treppiede con basette dotate di piombino ottico.

² Si ringrazia il dott. John Ceruti, Direttore del Museo della Guerra Bianca in Adamello, per avere messo a disposizione un primissimo rilievo del forte Montecchio Nord di Colico

5. Rilievo metrico

«Il rilevamento, inteso come processo che porta alla conoscenza profonda del manufatto, è un insieme di procedure che prende le mosse dall'analisi del monumento, individuandone i punti salienti da usarsi per realizzare un modello geometrico del soggetto³».

Dopo aver eseguito la poligonale si è proceduto alle operazioni di rilievo in campagna effettuato con il metodo della trilaterazione per quando concerne l'andamento planimetrico del forte.

Le quote altimetriche invece sono state rilevate con una livellazione geometrica ordinaria e con l'ausilio del software di foto-raddrizzamento RDF.

Per quanto riguarda la restituzione delle misure di campagna, sulla base delle coordinate e degli orientamenti dei punti stazione, sono state calcolate le coordinate planimetriche e le quote dei punti collimati, poi importati nel software AutoCAD e suddivisi in layers per le operazioni di ri-disegno.

5.1. Rilevamento planimetrico

La procedura di rilevamento è iniziata nel piazzale interno al forte (numero 1, quota -1.40 m) materializzando a terra, per la poligonale principale, 23 nodi, tramite il posizionamento di altrettanti chiodi topografici posti tra loro ad una distanza tra i 3 e i 4 metri, questo al fine di poter consentire la ripresa dei lavori di rilievo in giorni diversi.

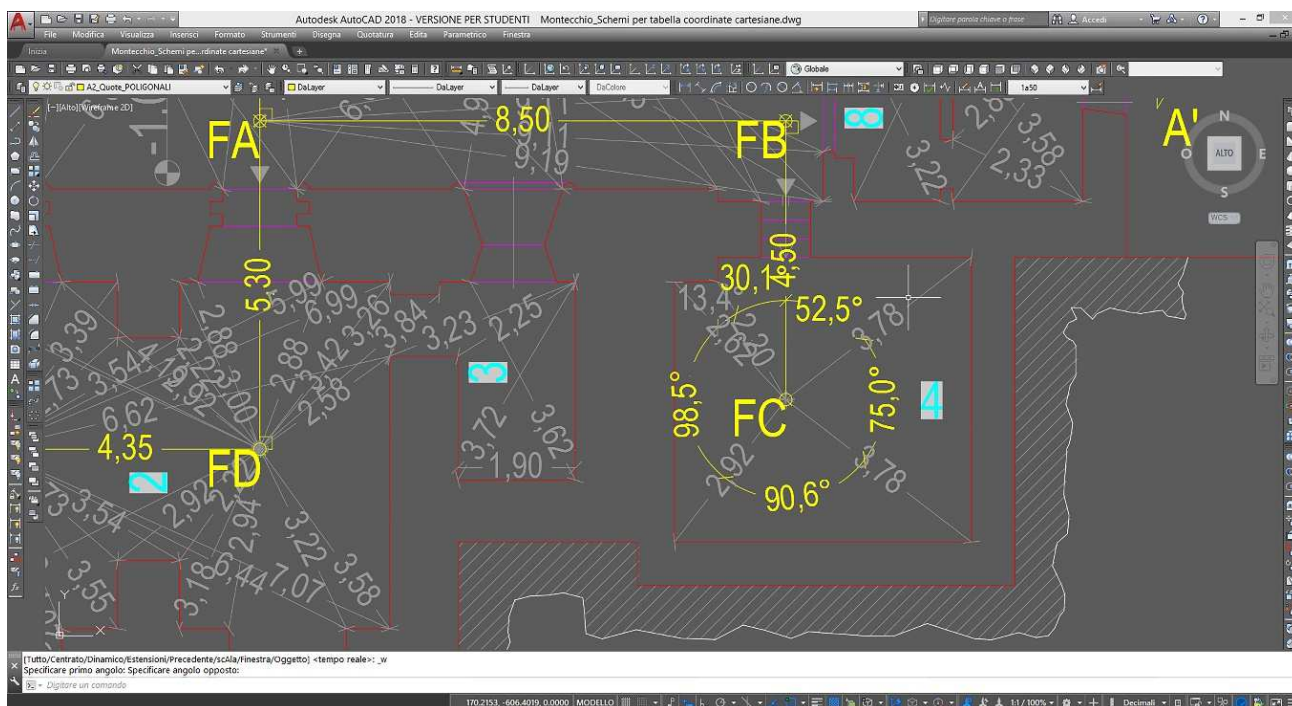
Lo strumento utilizzato per il rilievo delle poligonali è stato il teodolite che misura gli angoli orizzontali (azimutali) e gli angoli verticali (zenitali).

Alcuni chiodi topografici sono stati posti in posizione centrale rispetto alla larghezza dei vani delle porte di accesso degli ambienti ospitanti i magazzini e depositi proiettili, le cariche e gli attrezzi d'artiglieria, ciò al fine di consentire il collegamento delle poligonali secondarie ed entrare così, di volta in volta, all'interno dei diversi locali da rilevare.

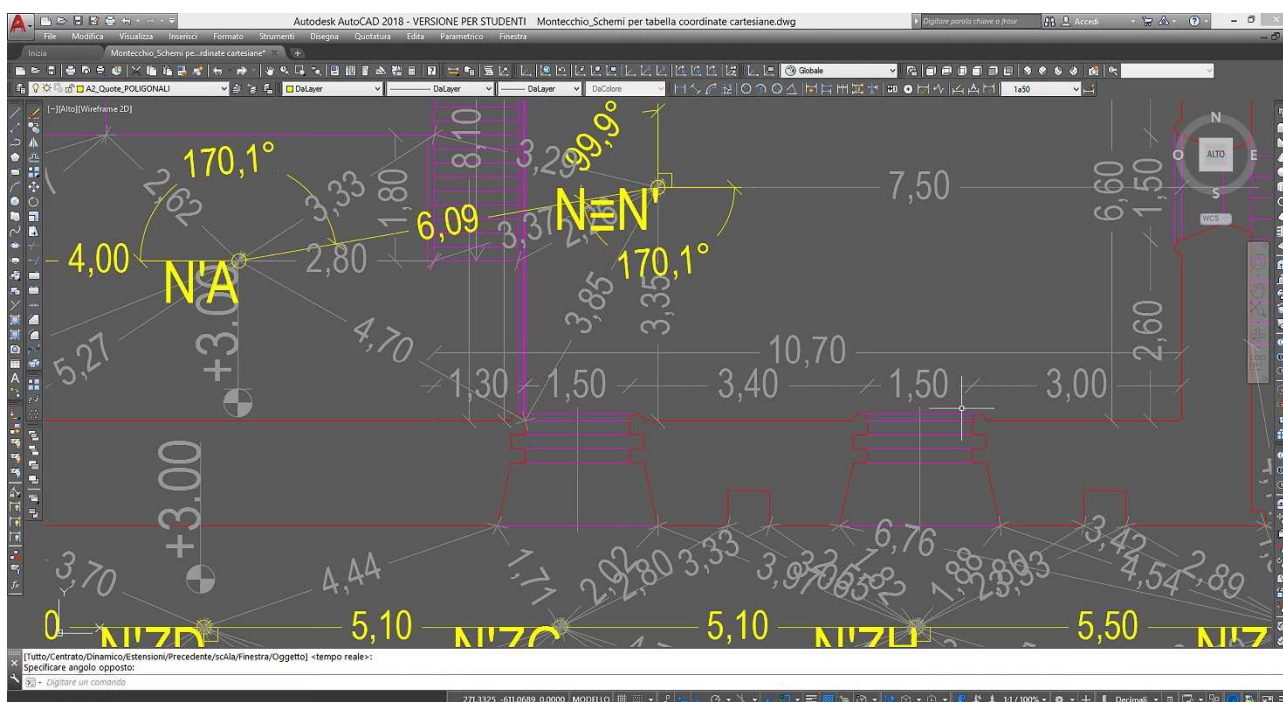
Da tutti i singoli bracci della sopra descritta poligonale esterna e interna si sono effettuate sulla struttura misure dirette tramite Disto, misurando ciascun punto dell'edificio da due punti noti, ovvero i diversi nodi della poligonale hanno costituito di volta in volta la base per la trilaterazione.

L'unica eccezione metodologica alla triangolazione si è verificata nel magazzino attrezzi d'artiglieria (numero 4, quota -1.00 m), punto di presa FC, per il rilievo del quale si è preferito adottare il metodo delle coordinate polari.

³ M. Docci, *La tecnica del rilevamento*, in ID. (a cura di), *Strumenti didattici per il rilievo. Corso di strumenti e metodi per il rilevamento dell'architettura*, Roma 2000, p. 78. Per un approfondimento relativo alle tecniche di rilievo architettonico cfr.: M. Docci, D. Maestri, *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Bari 1994.



Per collegare la poligonale del piazzale interno (numero 1, quota -1.40 m) con la terrazza del primo piano (numero 24, quota +3.00 m) si è usato il nodo-stazione N, sul quale è stata disposta un'asta telescopica da 5 metri sopra la quale è stato montato un prisma riflettente generante il nodo N', individuato tramite stazione totale posta nel punto di presa N' A. Ciò ha permesso di unire la poligonale del piano -1 m a quella del piano superiore (+3m) che è stata materializzata con 16 nodi-stazione e relativi bracci lungo i lati sud e sud-est per poi entrare da sud nel corridoio su cui affacciano la sala



comando, le 5 stanze dedicate alla riserva proiettili, le 4 scale che portano alle relative batterie, il magazzino e i locali destinati ai servizi.

Il metodo della trilaterazione, nel caso del rilievo degli elementi architettonici sui prospetti, è stato integrato dal metodo per coordinate ortogonali⁴ per il quale, tracciata una base esterna all'edificio si proiettano, ortogonalmente ad essa, tutti i punti da rilevare. Quindi si misurano le distanze dei punti proiettati e le distanze tra i punti della facciata e le loro proiezioni.

La perpendicolarità tra la retta proiettante e la fondamentale è stata assicurata dall'uso di una semplice squadra da muratore.

5.2. Rilevamento altimetrico

Anche per il rilievo altimetrico si è proceduto mediante l'integrazione di tecniche di rilievo diretto e indiretto. Infatti, è proprio l'integrazione fra le diverse metodologie che consente di raggiungere un elevato grado di conoscenza della fabbrica.

Il rilevamento del profilo della volta della galleria si è ottenuto con il metodo per ascisse ed ordinate posizionando a pavimento un distanziometro, effettuando misurazioni ad intervalli regolari lungo un allineamento scelto sullo stesso piano di sezione del profilo da misurare.

Quanto al rilievo delle misure altimetriche dei corpi scala, è stata rilevata l'altezza intercorrente fra i vari pianerottoli. A tal fine si è utilizzato il filo a piombo, calato all'interno del vano scala, sul quale, a mezzo di regoli muniti di livella, si sono riportati i punti che delimitano le quote dei vari pianerottoli. Sullo stesso filo a piombo si è rilevata l'altezza globale della scala. Per quanto attiene all'altezza dei gradini, questa è stata ricavata dividendo la misura della distanza fra i due pianerottoli per il numero delle alzate; si è infine proceduto a misurare la distanza complessiva intercorrente fra due pianerottoli e lo spessore dei medesimi. Dal rilievo della scala è stato possibile determinare la quota dei pianerottoli caposcala, rispetto al caposaldo di partenza.

Per il rilievo dei prospetti si è invece fatto ricorso alla tecnica del foto-raddrizzamento geometrico utilizzando il software RDF dello IUAV di Venezia (*open source*).

Il carattere speditivo del raddrizzamento fotografico da un unico fotogramma ne determina infatti il vasto impiego nel rilevamento delle facciate.

Il processo produce una ri-proiezione dell'immagine prospettica fotografica, in modo che la facciata analizzata sia vista secondo la sua proiezione ortogonale.

⁴ M. Docci, D. Maestri, *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Bari 1994, p. 84.

Per poterlo utilizzare in modo corretto è stato necessario il rispetto di alcune avvertenze, ossia che la facciata da rilevare fosse posta su un unico piano verticale, che non avesse aggetti o rientranze particolarmente rilevanti e che avesse un'inclinazione di presa sul piano orizzontale e su quello verticale compresa tra i 30° e i 90° , così da evitare i problemi di aberrazione dell'immagine.

Su ogni foto dei prospetti, scattate con una sovrapposizione del 30%, si è proceduto a ricercare e riconoscere le fughe orizzontali e verticali, per poi riportarle in scala tramite due misure X e Y rilevate direttamente. L'immagine è stata poi importata in Autocad così da ricavare tutte le altre misure altimetriche.

Rilievo metrico del Forte Verena (Roana (VI))

1. Sito e Morfologia

Forte Verena sorge su un altipiano il cui punto più alto raggiunge i 2015.00 m slm, nel comune di Roana (VI). Disposto a picco sulla Val d'Assa, da esso è possibile osservare gli altipiani di Asiago, Vezzena e Lavarone.

2. Dotazione Tecnica

Le operazioni di campagna sono state eseguite mediante l'utilizzo della strumentazione di seguito riportata e con il supporto di software di disegno tecnico AutoCAD.

- teodolite per la misura angolare delle poligoni principali e secondarie;
- squadro da muratore;
- disto laser;
- rotella metrica per rilevamento diretto delle distanze (bracci) tra nodi e per misura dei punti rappresentativi dell'edificio tramite trilaterazione;
- aste telescopiche da 5 e da 10 metri per le misure altimetriche;
- alcuni fili a piombo;
- una livella a bolla;
- macchina fotografica Reflex: Canon 5D Mark III con fisheye da 15mm per le foto da raddrizzare per i prospetti, treppiedi fotografico.

3. Introduzione Metodologica

Al fine dell'ottenimento del miglior risultato qualitativo si è diviso il lavoro in più fasi:

1. raccolta dei documenti e del materiale d'archivio;
2. sopralluogo e realizzazione degli eidotipi delle piante e dei prospetti;
3. progetto di presa per il posizionamento dei punti stazione;
4. creazione di poligonale plano-altimetrica;
5. rilievo metrico di pianta ed alzato.

Vengono di seguito analizzate le singole fasi.

4. Analisi Metodologica

1. Raccolta dei documenti e del materiale d'archivio

La documentazione acquisita consiste nei file AutoCAD del progetto di messa in sicurezza del sito (Studio Simionato), cartografie del PRG, foto d'epoca⁵.

2. Sopralluogo e realizzazione degli eidotipi delle piante e dei prospetti

In questa fase si è verificata la corrispondenza dei documenti acquisiti rispetto allo stato di fatto. In un secondo momento si è proceduto alla redazione di schizzi preliminari atti alla conoscenza del manufatto, utile supporto anche per le fasi successive.

Infine è stata effettuata una campagna fotografica dello stato di fatto.

3. Progetto di presa per il posizionamento dei punti stazione

Scopo del lavoro è quello di determinare i vertici che consentano un inquadramento univoco dei punti di appoggio per le successive osservazioni atte a realizzare la rete dei punti stazione.

Il calcolo della rete è stato determinato con un set di coordinate cartesiane (x, y, z) individuanti i punti stazione ottenuti con strumentazione ottico-elettronica tradizionale senza applicare nessun tipo di riduzione nei calcoli e/o distorsione cartografica.

4. Creazione di poligonale aperta plano-altimetrica

La costituzione di una poligonale tecnica d'appoggio a terra è stata orientata sui punti stazione definiti durante la prima fase, in modo da vincolare la suddetta.

Al fine di ottenere una migliore precisione verificando e compensando le letture di campagna si è optato per l'esecuzione di una poligonale aperta costituita da n. 128 (Allegato 1 – Tabella 2) vertici ubicati sul terreno mediante l'uso di paline infisse nel terreno (ove possibile).

La poligonale, al fine di minimizzare gli errori di misurazione angolare, è stata realizzata mediante sistema a centramento forzato utilizzando il classico schema dei tre treppiede con basette dotate di piombino ottico.

⁵ Si ringrazia l'ing. Mirko Carollo, della Comunità Montana "Spettabile Reggenza dei Sette Comuni" (Vi), per avere condiviso il rilievo del forte Verena.

5. Rilievo metrico

Per il Forte Verena si è adoperata, con le necessarie eccezioni, dovute alla condizione del sito ma anche del forte, la stessa metodologia di rilevamento.

Allegato 1 – Tabella 1

	Coordinate Cartesiane		
Punti Stazione	X	Y	Z
Piazzale Interno			
A	163.8414	-583.7935	267.1881
B	163.8414	-588.1435	267.6702
C	163.8414	-592.1435	268.1135
D	163.8414	-596.1431	268.5399
E	163.8414	-599.7435	268.8204
F	159.7414	-599.7435	268.8204
G	156.7414	-599.7435	268.8204
H	153.7414	-599.7435	268.8204
I	150.7414	-599.7435	268.8204
J	147.7414	-599.7435	268.8204
K	144.9914	-599.7435	268.8204
L	144.9914	-603.8935	269.3000
M	144.9914	-607.8935	269.3000
N	141.2414	-607.8935	269.3000
O	141.2414	-603.8935	269.3000
P	141.2414	-599.8935	268.8204
Q	141.2414	-596.6316	268.5399
R	144.4869	-594.2935	268.5399
S	147.7324	-591.9553	268.1135
T	150.9779	-589.6172	267.6702
U	156.6574	-585.5254	267.6702
V	156.6574	-585.5254	267.1881
W	159.0615	-583.7935	267.1881
Piazzale Esterno			
X	163.8414	-577.8435	266.4966

Y	167.8414	-577.8435	266.4966
Z	171.8414	-577.8435	266.4966
XA	161.8414	-577.8435	266.4966
XB	162.4872	-573.8928	266.0209
XC	163.1330	-569.9422	265.5452
XD	163.7788	-565.9915	265.0695
XE	164.4246	-562.0409	264.5937
XF	169.0828	-533.6859	261.1794
XG	169.7286	-529.7353	260.7037
XH	170.3743	-525.7846	260.2279
XI	168.4299	-522.5196	259.8348
XJ	166.3831	-519.0829	259.4210
XK	164.3364	-515.6462	259.3143
XL	162.2897	-512.2095	259.2076
XM	160.2429	-508.7728	259.2076
XN	154.1561	-512.3978	259.2076
XO	152.1094	-508.9611	259.2076
XP	150.0627	-505.5244	259.0000
XQ	148.0159	-502.0877	258.8933
XR	145.9711	-498.6541	258.7867
XS	143.9223	-495.2141	258.6799
XT	141.9033	-496.4165	258.7172
XU	137.3497	-499.1284	258.7867
XV	133.1397	-501.6357	258.8933
XW	131.6791	-502.5055	258.8933
XX	129.2734	-503.9382	259.0000
XY	124.1613	-506.9828	259.0000
Opera: Piano Terra			
AA	168.8393	-583.7935	267.1881
AB	172.2744	-583.7470	267.1881
BA	170.5414	-588.1435	267.6702

BB	170.5414	-592.5935	268.1135
EA	170.5414	-599.7435	268.8204
EB	170.5414	-595.9935	268.5399
FA	159.7414	-603.5435	269.3000
FB	168.2414	-603.5435	269.3000
FC	168.2414	-608.0435	269.3000
FD	159.7414	-608.8435	269.3000
FE	155.3914	-608.8435	269.3000
FF	155.3914	-614.0935	269.3000
FG	161.8414	-614.0935	269.3000
MA	144.9914	-614.1936	269.3000
MB	144.9914	-618.1935	269.3000
MC	144.9914	-623.6435	269.3000
MD	150.4414	-614.1935	269.3000
ME	150.4414	-618.1935	269.3000
MF	150.4414	-623.6435	269.3000
MG	139.9414	-614.1935	269.3000
MH	139.9414	-618.1935	269.3000
MI	139.9414	-623.6435	269.3000
Galleria			
MJ	135.1914	-614.1935	269.3000
MK	135.1914	-607.1935	269.3000
ML	135.1914	-600.1935	268.8204
MM	135.1915	-593.9033	268.1135
MN	138.4370	-591.5652	268.1135
MO	144.9280	-586.8888	267.6702
MP	148.1734	-584.5507	267.1881
MQ	151.4190	-582.2126	267.1881
MR	153.9009	-580.4246	266.4966
MS	154.2971	-577.9242	266.4966
MT	159.4876	-578.7387	266.4966

MU	154.8497	-574.4152	266.0209
MV	160.0603	-575.2352	266.0209
MW	155.4664	-570.4662	265.5452
MX	156.0832	-566.5173	265.0695
MY	156.6413	-562.9435	264.5937
MZ	157.2584	-558.9922	264.5937
MZA	161.2341	-533.6859	261.1794
MZB	161.7286	-530.5195	260.7037
MZC	160.9580	-528.0727	260.7037
XWS	145.3640	-525.4841	260.2279
XWT	141.9273	-527.5308	260.2279
XWU	137.8462	-529.9613	260.7037
XWV	148.8007	-523.4374	259.8348
XWW	152.2374	-521.3906	259.8348
XWX	155.6741	-519.3439	259.4210
XWY	158.5547	-520.4422	259.4210
XWZ	159.7564	-524.2575	260.2279
Polveriera in Caverna			
MYA	151.7621	-562.9435	264.5937
MYB	147.7629	-562.9435	264.5937
MYC	147.7629	-566.1435	264.5937
MYD	143.5129	-562.9435	264.5937
MYE	139.2629	-562.9435	264.5937
MYF	139.2629	-558.0435	264.5937
MYG	136.1079	-562.9435	264.5937
MYH	133.1129	-562.9435	264.5937
MYI	133.1129	-569.9435	264.5937
MYJ	129.8129	-562.9435	264.5937
MYK	126.8129	-562.9435	264.5937
MYL	126.8129	-554.1435	264.5937
MYM	123.8179	-562.9435	264.5937

MYN	120.4629	-562.9435	264.5937
MYO	120.4629	-569.4435	264.5937
MYP	117.4629	-562.9435	264.5937
MYQ	114.4629	-562.9435	264.5937
MYR	114.4629	-556.8435	264.5937
Ricovero alla Prova			
XTA	140.1124	-493.4094	258.7172
XTB	138.5773	-490.8319	258.7172
XUA	135.5588	-496.1213	258.7867
XUB	134.0237	-493.5438	258.7867
XVA	131.3488	-498.6286	258.8933
XVB	129.8138	-496.0510	258.8933
XXA	127.4825	-500.9311	259.0000
XXB	125.9475	-498.3536	259.0000
XWA	134.4419	-507.1446	258.8933
XWB	138.9525	-504.4581	258.8933
XWC	139.8737	-506.0049	258.8933
XWD	137.0005	-511.4407	258.8933
XWE	141.5110	-508.7542	258.8933
XWF	142.4322	-510.3010	258.8933
XWG	138.7910	-514.4472	258.8933
XWH	134.7099	-516.8777	258.8933
XWI	132.5619	-518.1569	258.8933
XWJ	132.1772	-512.6250	258.8933
XWK	137.2941	-521.2168	258.8933
XWL	139.5589	-515.7366	258.8933
XWM	144.0694	-513.0501	258.8933
XWN	144.9911	-514.5967	258.8933
XWP	143.2430	-521.9227	258.8933
XWQ	147.7535	-519.2361	258.8933
XWR	146.8323	-517.6893	258.8933

Opera: Piano Superiore			
N'	141.2414	-607.8935	273.2000
N'A	260.9892	-608.9435	273.2000
N'B	256.9892	-608.9435	273.2000
N'C	252.9892	-608.9435	273.2000
N'D	248.9892	-608.9435	273.2000
N'E	244.9892	-608.9435	273.2000
N'F	240.9892	-608.9435	273.2000
N'G	236.9892	-608.9435	273.2000
N'H	232.9892	-608.9435	273.2000
N'I	228.9892	-608.9435	273.2000
N'J	224.9892	-608.9435	273.2000
N'K	225.5018	-604.1694	273.2000
N'L	221.4704	-604.6102	273.2000
N'M	217.4892	-608.4747	273.2000
N'N	217.4892	-614.1935	273.2000
N'O	217.4891	-626.1935	273.3000
N'P	217.4891	-630.1934	273.3000
N'Q	222.4892	-614.1935	273.3000
N'R	226.5382	-614.1935	273.3000
N'S	230.4882	-614.1935	273.3000
N'T	230.4882	-618.1935	273.3000
N'TT	230.4882	-622.1935	273.3000
N'U	235.4882	-614.1935	273.3000
N'V	240.4882	-614.1935	273.3000
N'W	240.4882	-618.1935	273.3000
N'X	240.4882	-622.1935	273.3000
N'Y	245.4882	-614.1935	273.3000
N'Z	250.4882	-614.1935	273.3000
N'ZA	250.4882	-618.1935	273.3000
N'ZB	250.4882	-622.1935	273.3000

N'ZC	255.4882	-614.1935	273.3000
N'ZD	260.4882	-614.1935	273.3000
N'ZE	260.4882	-618.1935	273.3000
N'ZF	260.4882	-622.1935	273.3000
N'ZG	265.5882	-614.1935	273.3000
N'ZH	270.6882	-614.1935	273.3000
N'ZI	270.6882	-618.1935	273.3000
N'ZJ	270.6882	-622.1935	273.3000
N'ZK	276.1882	-614.1935	273.3000
N'ZL	276.1882	-618.1935	273.3000
N'ZM	276.1882	-622.1935	273.3000
N'ZN	281.3882	-614.1935	273.3000
N'ZO	281.3882	-610.1935	273.3000
N'ZP	281.3882	-607.1935	273.3000
N'ZQ	285.8882	-614.1935	273.3000
N'ZR	285.8882	-610.4435	273.3000
N'ZS	284.8382	-610.4435	273.3000
N'ZT	284.8382	-607.5435	273.3000
N'ZU	286.8382	-607.5435	273.3000
N'ZV	290.1882	-614.1935	274.8000
N'ZW	293.4857	-614.1935	274.8000
N'ZX	293.4857	-611.5935	274.8000
N'ZY	293.4857	-617.1935	274.8000
N'ZZ	293.4857	-620.1935	274.8000
N'AZ	291.5422	-623.1935	274.8000
N'BZ	288.0882	-623.1935	274.8000

Allegato 1 – Tabella 2

	Coordinate Cartesiane		
Punti Stazione	X	Y	Z
Zona A: Piano Terra			
A	66.7858	-0.7562	2011.3565
B	60.7947	-0.4344	2011.3565
C	54.8033	-0.1126	2011.3565
D	48.8120	0.2092	2011.3565
E	42.8586	0.9242	2011.3565
F	36.9052	1.6393	2011.3565
G	31.6860	4.3163	2011.3565
H	26.7697	4.5329	2011.3565
I	20.7732	4.7970	2011.3565
J	14.7821	5.0609	2011.3565
K	8.7821	5.0609	2011.3565
L	2.7821	5.0609	2011.3565
M	41.7217	4.1463	2011.3565
N	43.9329	8.6551	2011.3565
O	47.5833	10.3845	2011.6436
P	52.0901	12.5196	2011.9981
Q	58.5514	15.4644	2012.5064
R	65.0126	18.4098	2013.0285
S	69.3587	20.3906	2013.3565
T	51.1209	14.6461	2011.9981
U	53.2562	19.1913	2011.9981
V	54.6596	19.8076	2011.9981
W	60.2622	22.2678	2012.5064
X	63.9882	20.6567	2013.0285
FA	36.9052	4.4422	2011.3565
FB	36.9052	8.1872	2011.3565

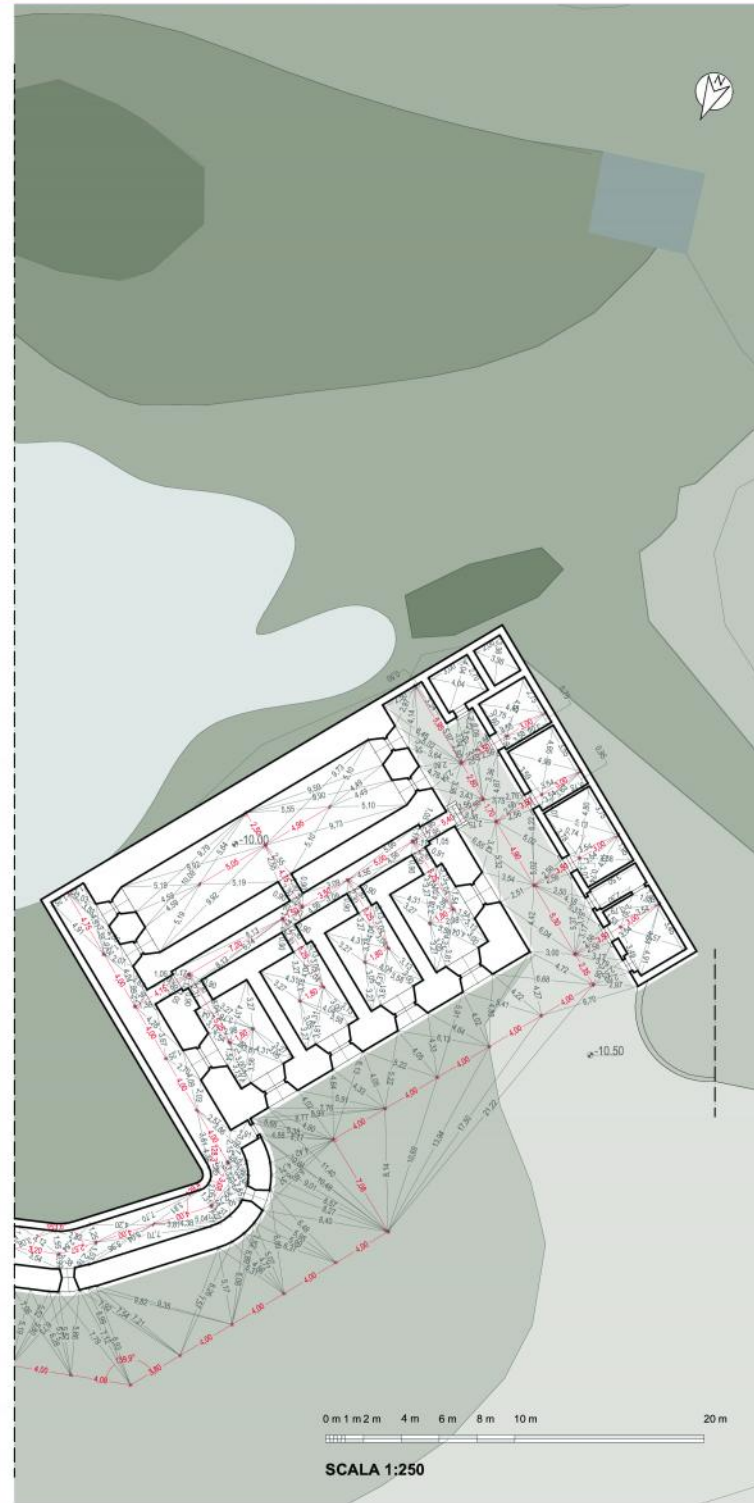
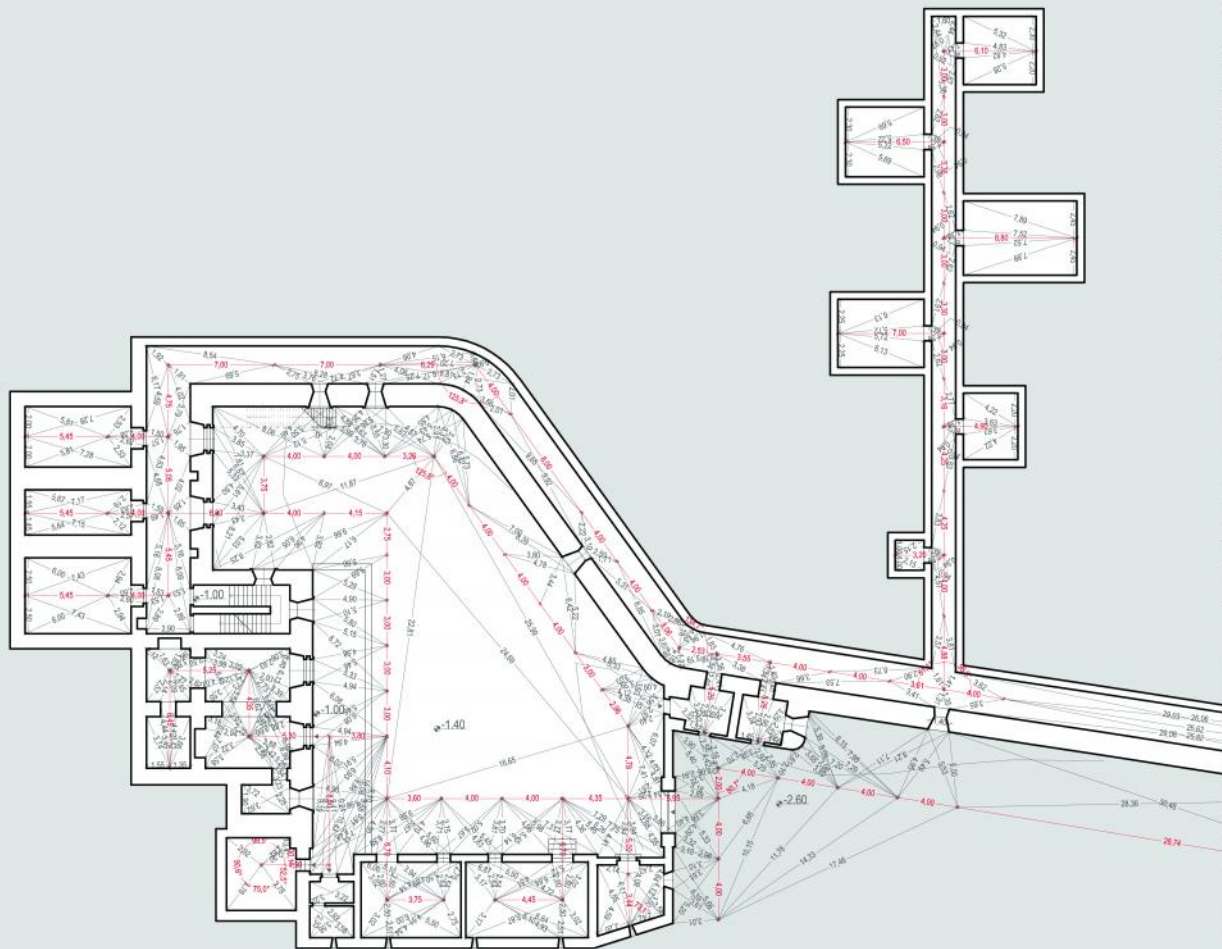
FC	36.4052	10.8448	2011.3565
FD	36.4052	15.2590	2011.3565
FE	36.4052	17.7722	2011.3565
FF	38.1552	17.7722	2011.3565
FG	36.4052	19.6731	2011.3565
FH	37.4440	12.4131	2011.3565
FI	37.4440	14.6531	2012.7205
NA	42.1091	12.5048	2011.3565
NB	38.6050	10.8448	2011.3565
VA	52.7215	24.2211	2011.9981
VB	51.9219	26.5757	2011.9981
VC	50.9269	29.5058	2011.9981
VD	49.3270	32.9311	2011.9981
Zona A: Piano Superiore			
FJ	37.4440	99.8029	2014.0431
FK	40.4508	99.8029	2014.0431
FL	37.4440	101.2529	2014.0431
FM	40.4508	101.2529	2014.0431
FN	36.2802	99.8029	2014.0431
FO	32.3275	99.8029	2014.0431
FP	30.1501	99.8029	2014.0431
FQ	30.1501	101.2529	2014.0431
FR	36.2802	97.2362	2014.0431
FS	31.9883	97.2362	2014.0431
FT	31.9883	93.4893	2014.0431
FU	36.9052	93.4893	2014.0431
FV	36.9052	90.2670	2014.0431
FW	40.1541	93.4893	2014.0431
FX	40.1541	96.3734	2014.0431
FY	42.3186	96.3734	2014.0431

Zona B: Piano Terra			
AA	191.3730	-1.9124	2016.1200
AB	191.3730	-0.0202	2016.1200
AC	188.3522	-0.0202	2016.1200
AD	185.5568	-0.0202	2016.1200
AE	185.5568	-1.9124	2016.1200
AF	184.7055	0.9793	2016.1200
AG	181.4384	0.9793	2016.1200
AH	184.7055	4.4615	2016.1200
AI	184.7055	9.7797	2016.1200
AJ	187.2153	9.7797	2016.1200
AK	187.4862	4.4615	2016.1200
AL	190.2670	4.4615	2016.1200
AM	181.0704	4.4615	2016.1200
AN	181.0704	9.7723	2016.1200
AO	179.6019	9.7723	2016.1200
AP	178.3679	4.4615	2016.1200
AQ	177.6817	5.1477	2016.1200
AR	177.6817	9.6926	2016.1200
AS	177.6817	14.2375	2016.1200
AT	184.6817	14.2375	2016.1200
AU	191.5533	14.2375	2016.1200
AV	198.5533	14.2375	2016.1200
AW	198.5533	9.2098	2016.1200
AX	198.5533	4.1821	2016.1200
AY	197.3925	4.1821	2016.1200
AZ	196.0295	4.1821	2016.1200
ZA	196.0295	9.7797	2016.1200
ZB	197.2282	9.7797	2016.1200
ZC	189.8695	9.7797	2016.1200
ZD	188.2445	9.7797	2016.1200

ZE	193.6233	4.1821	2016.1200
ZF	190.6260	4.1821	2016.1200
YA	198.0313	0.0380	2016.1200
YB	198.9168	-5.7060	2016.1200
YC	200.8505	-5.7060	2016.1200
YD	200.8505	-1.8147	2017.5204
Zona B: Piano Superiore			
YE	200.8505	87.8840	2019.6250
YF	199.8403	87.8840	2019.6250
YG	194.8403	87.8840	2019.6250
YH	189.8403	87.8840	2019.6250
YI	184.8403	87.8840	2019.6250
YJ	180.9872	87.8840	2019.6250
YK	180.9872	92.3849	2019.6250
YL	204.8403	87.8840	2019.6250
YM	209.8403	87.8840	2019.6250
YN	212.6773	87.8840	2019.6250
YO	214.8403	87.8840	2019.6250
YP	214.8403	86.8588	2019.6250
YQ	219.7115	86.8588	2019.6250
YR	219.7115	90.2390	2019.6250
YS	217.7437	90.2390	2019.6250
YT	217.7437	87.9637	2019.6250
YU	219.7115	97.4353	2019.6250
YV	210.2115	97.4353	2019.6250
YW	199.9564	97.4353	2019.6250
YX	198.4097	98.3121	2019.6250
YY	192.0241	98.3121	2019.6250
YZ	185.0241	98.3121	2019.6250
NC	212.6773	82.7047	2019.6250

ND	212.6773	80.5848	2019.6250
NE	220.4773	80.5848	2019.6250
OY	214.8403	93.8740	2022.5967
MA	209.8403	93.3527	2019.6250
MB	209.8403	96.5260	2019.6250
LY	204.8403	93.8740	2022.5967
EA	199.8403	93.4027	2019.6250
EB	199.8403	96.5760	2019.6250
GY	194.8403	93.8740	2022.5967
HA	189.8403	94.0005	2019.6250
HB	189.8403	97.1738	2019.6250
IY	184.8403	93.8740	2022.5967
IA	184.8403	84.6712	2019.6250
IB	181.4384	84.6712	2019.6250





0 m 1 m 2 m 4 m 6 m 8 m 10 m 20 m

SCALA 1:250

DOTTORATO IN ARCHITETTURA

PATRIMONIO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO: STORIA E RESTAURO

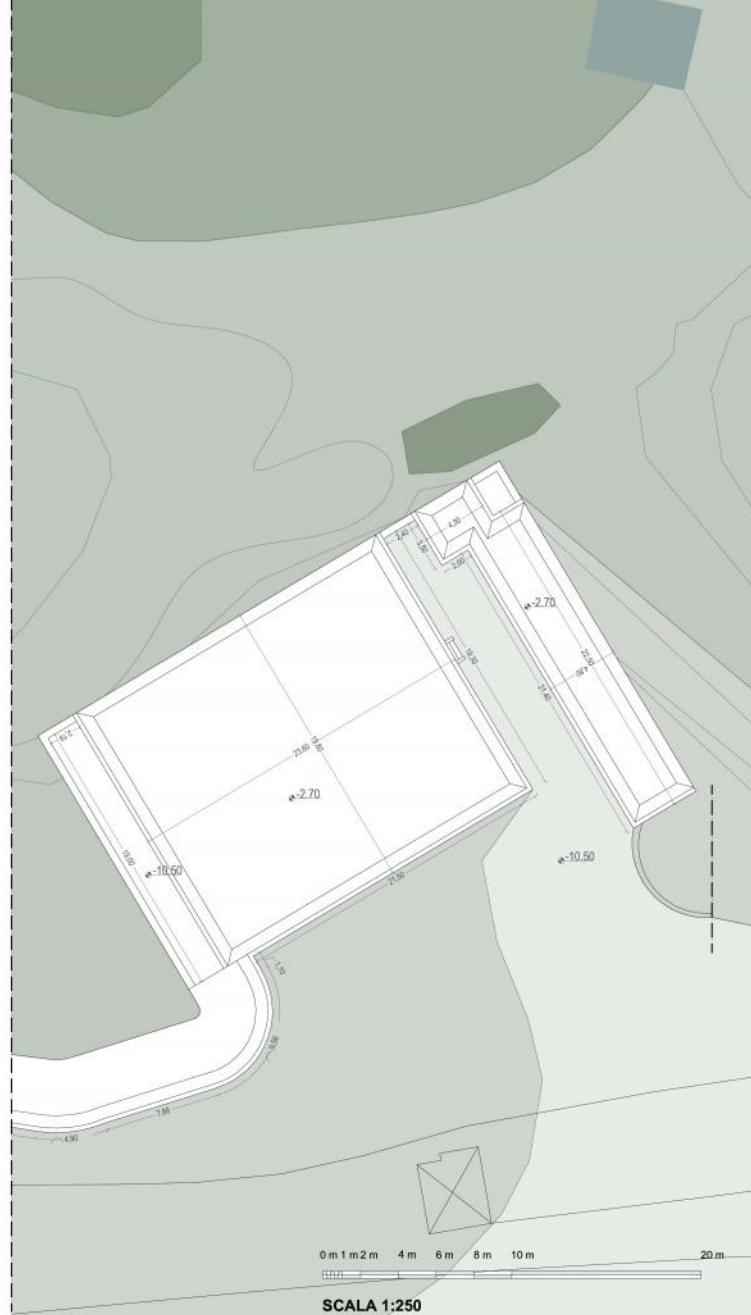
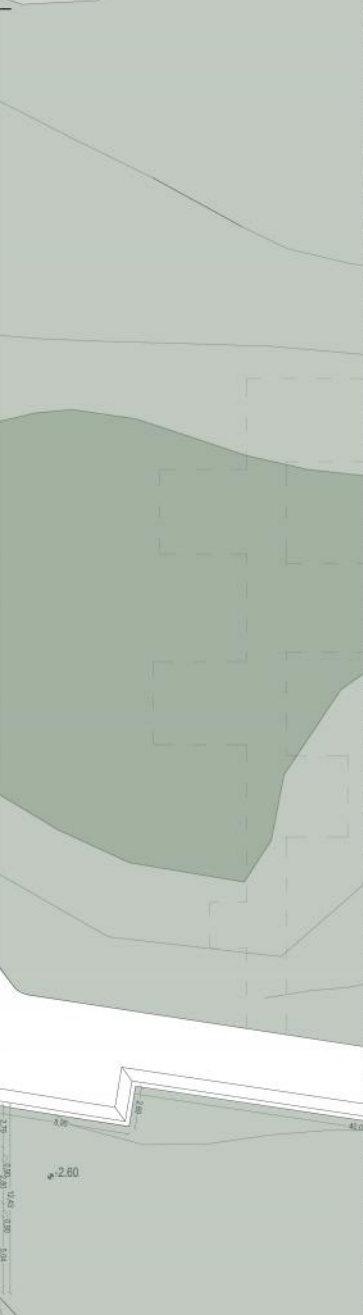
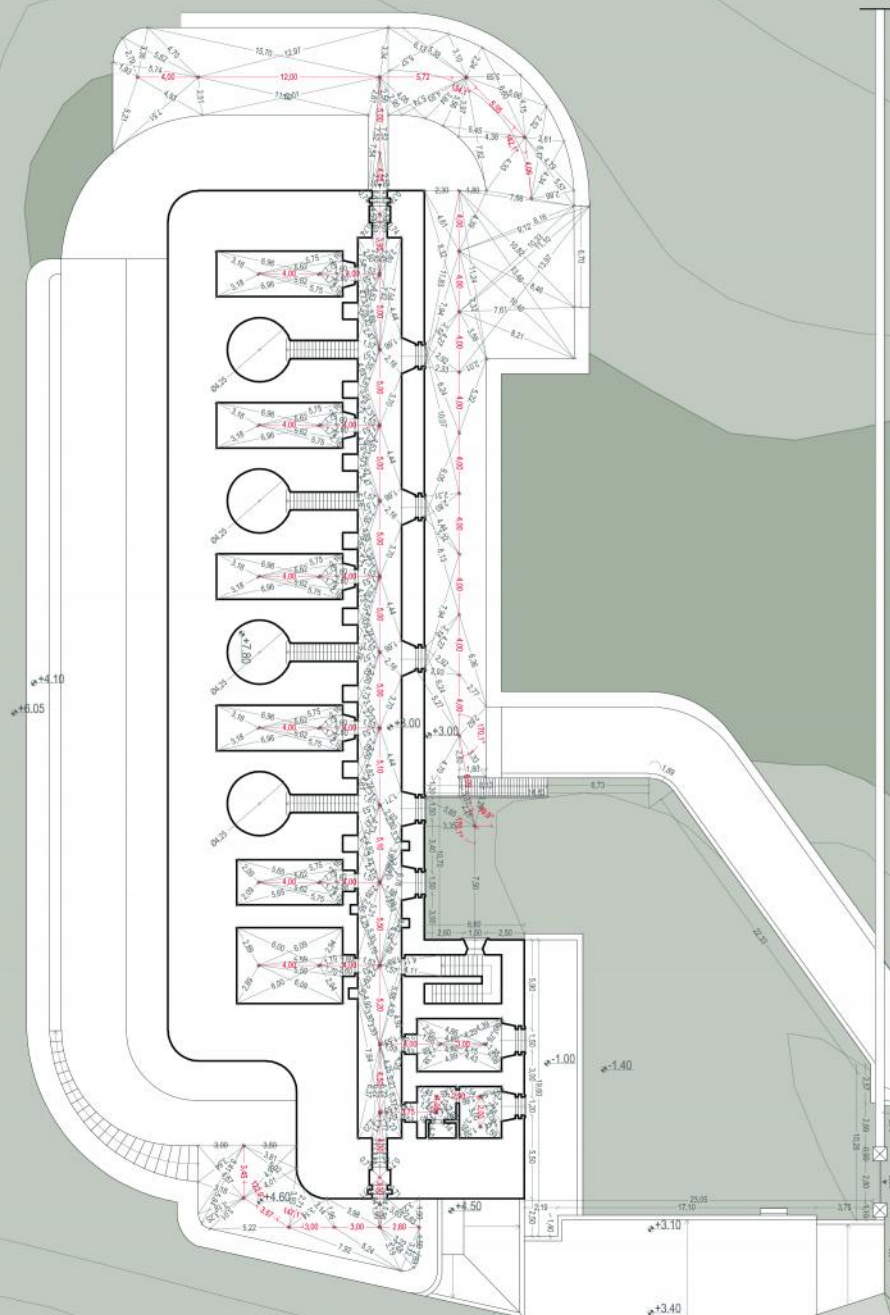
RILIEVO GEOMETRICO DEL FORTE MONTECCHIO: PLANIMETRIA DEL PIANO TERRA

Ingegneria militare e fortificazioni nell'Arco alpino orientale dell'età post unitaria al primo conflitto mondiale

TUTOR: PROF. ARCH. RENATA PICONE

Università degli Studi di Napoli Federico II
A.A. 2018-2019

DOTTORANDA: SARA ISGRÒ



0 m 1 m 2 m 4 m 6 m 8 m 10 m 20 m

SCALA 1:250

DOTTORATO IN ARCHITETTURA

PATRIMONIO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO: STORIA E RESTAURO

RILIEVO GEOMETRICO DEL FORTE MONTECCHIO: PLANIMETRIA DEL PRIMO PIANO

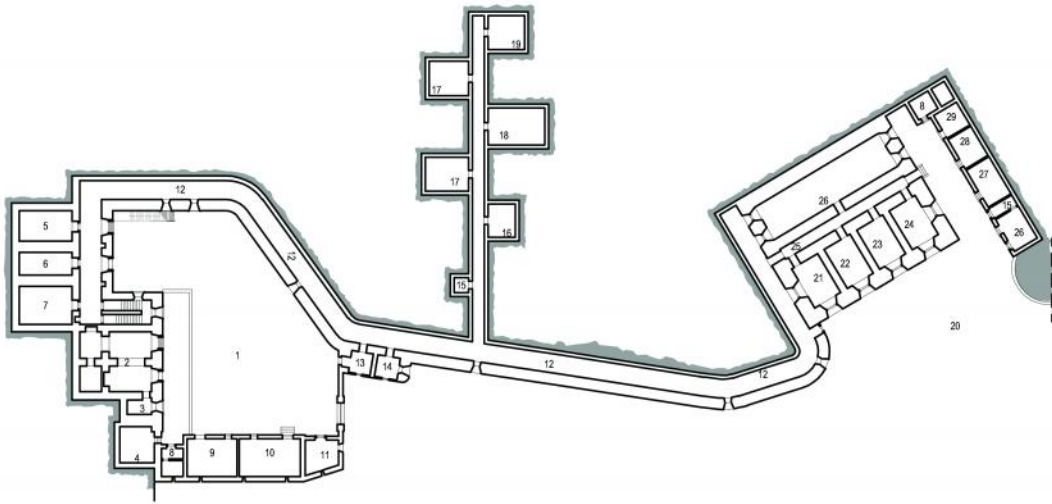
Ingegneria militare e fortificazioni nell'Arco alpino orientale dell'età post unitaria al primo conflitto mondiale

TUTOR: PROF. ARCH. RENATA PICONE

Università degli Studi di Napoli Federico II
A.A. 2018-2019

DOTTORANDA: SARA ISGRÒ

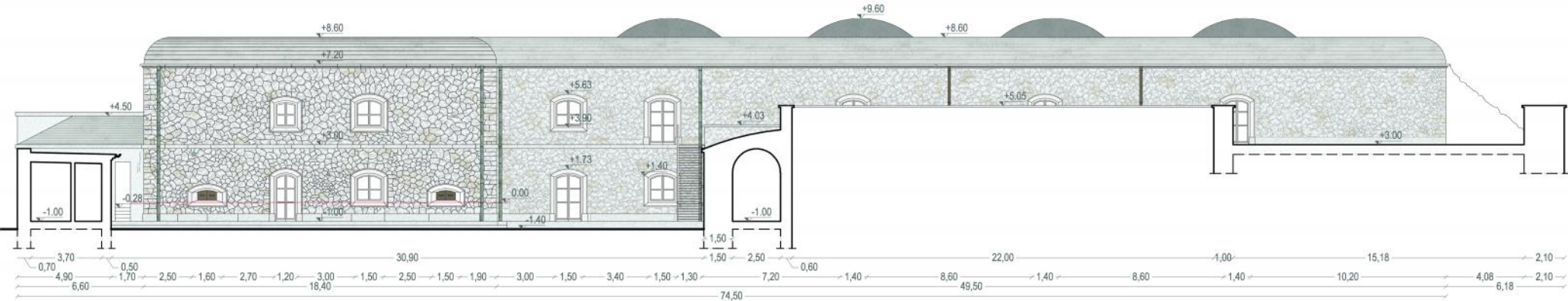
TAVOLA N
M3



- 1. Piazzale interno
- 2. Macchinario
- 3. Locale fognature
- 4. Magazzino attrezzi d'artiglieria
- 5. Deposito proiettili
- 6. Deposito Cartucce
- 7. Cariche confezionate
- 8. Servizi
- 9. Laboratorio riparazioni
- 10. Deposito proiettili scarichi
- 11. Corpo di Guardia
- 12. Galleria
- 13. Caricamento proiettili
- 14. Caricamento cartocci
- 15. Ripostiglio
- 16. Magazzino proiettili carichi di piccolo calibro
- 17. Polveriera
- 18. Polveriera di polvere nera
- 19. Polveriera di balistite
- 20. Piazzale esterno
- 21. Armeria
- 22. Alloggio ufficiali
- 23. Sala di comando
- 24. Fureria
- 25. Corridoio
- 26. Dormitorio truppa
- 27. Cucina

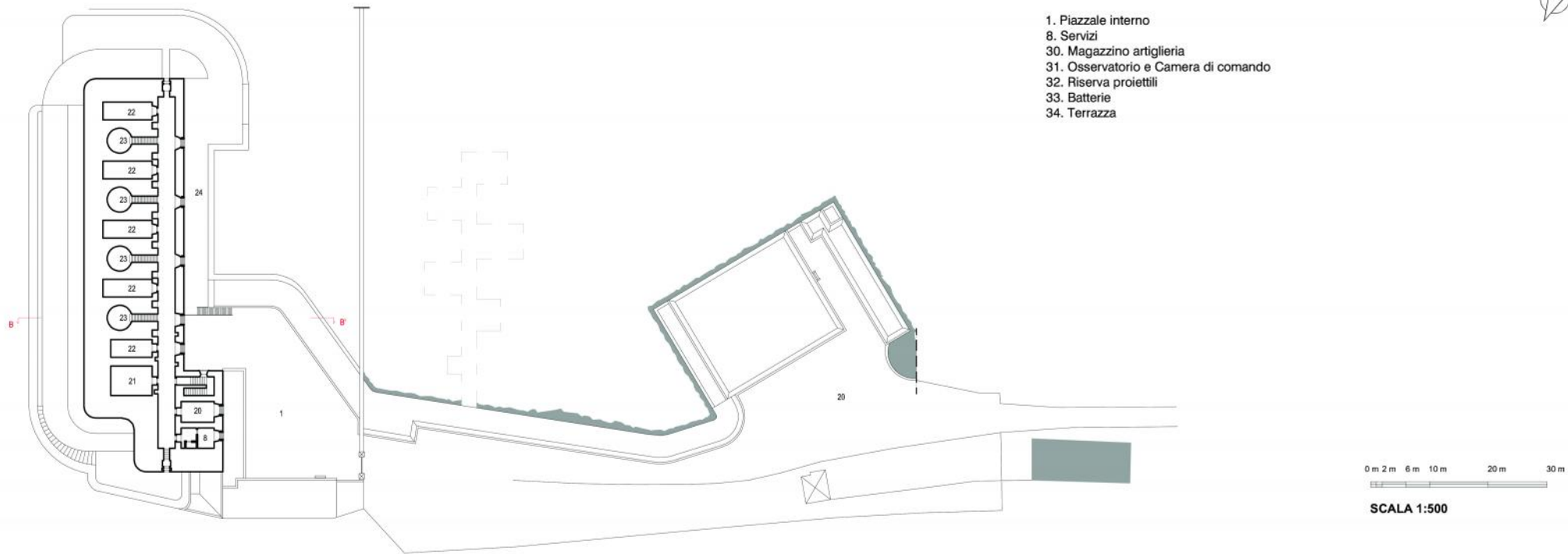
0 m 2 m 6 m 10 m 20 m 30 m
SCALA 1:500

PROSPETTO NORD-ORIENTALE A-A': STATO DI FATTO

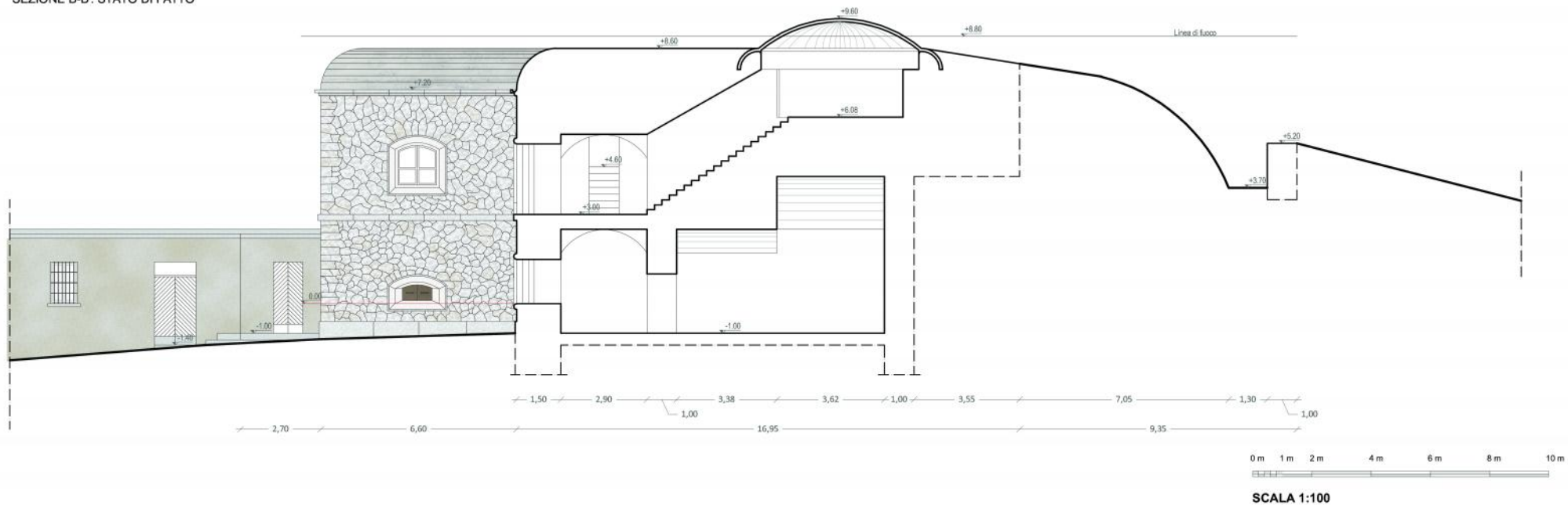


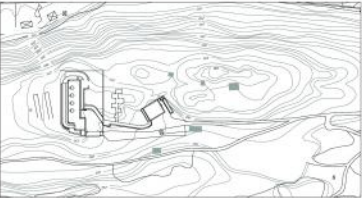
0 m 1 m 2 m 4 m 6 m 8 m 10 m
SCALA 1:150

PLANIMETRIA DEL PRIMO PIANO CON INDIVIDUAZIONE DELLO SCHEMA DISTRIBUTIVO DEGLI AMBIENTI COSTITUENTI IL FORTE



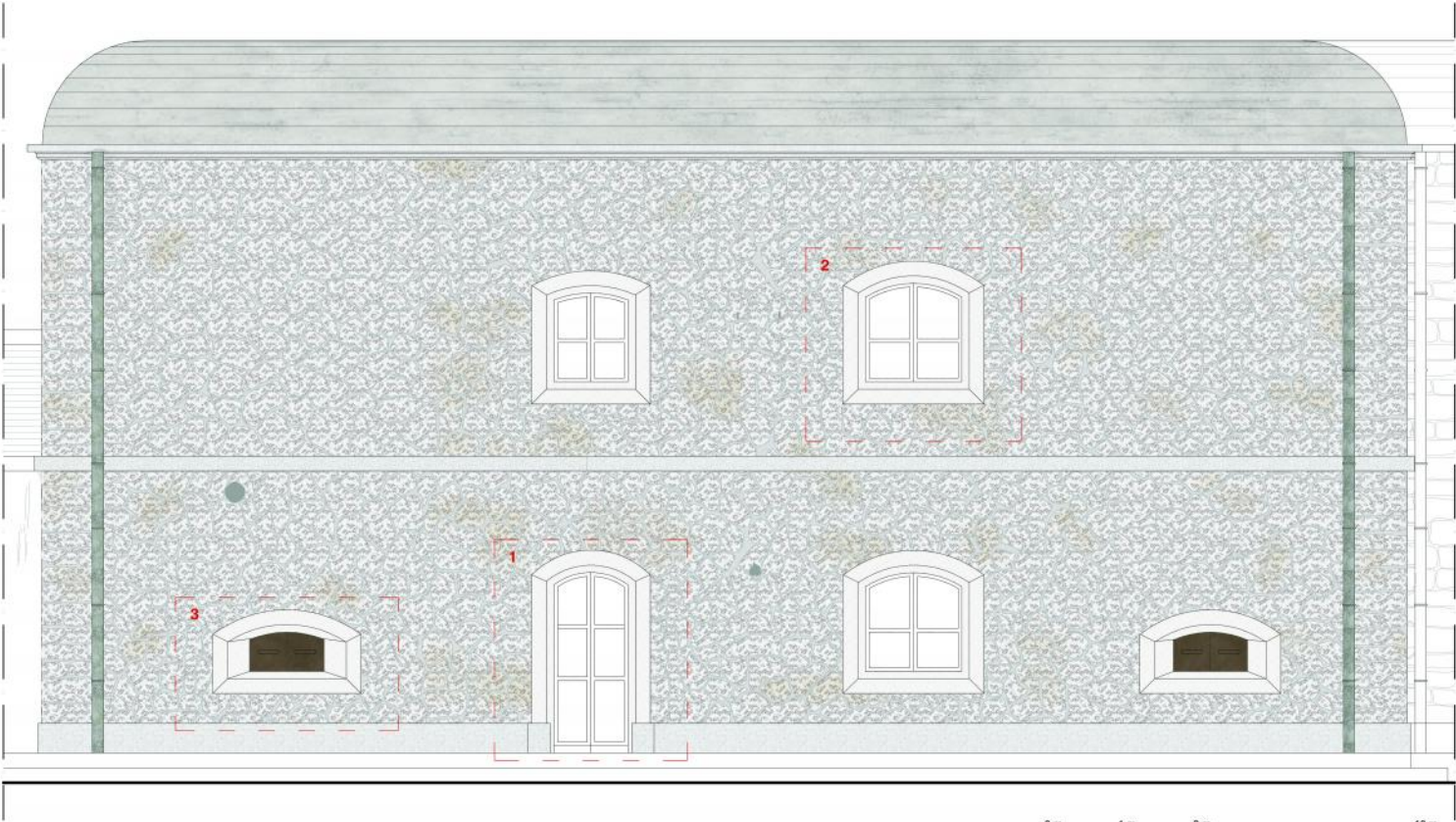
SEZIONE B-B': STATO DI FATTO





0 m 20 m 40 m 1 km

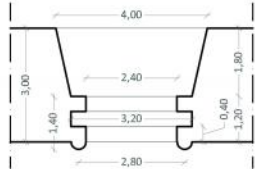
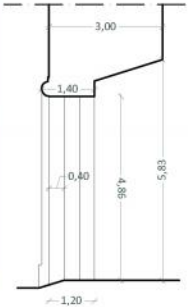
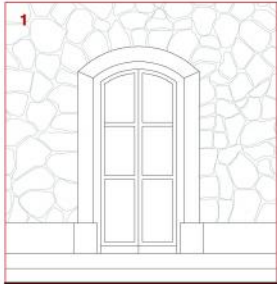
SCALA 1:2000



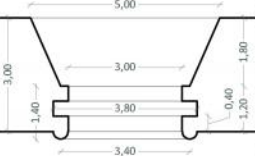
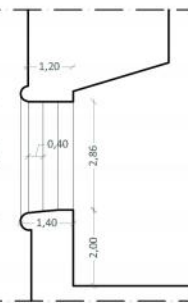
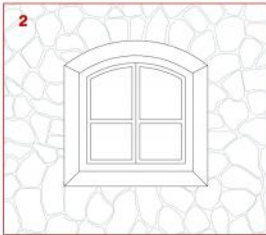
LEGENDA
MATERIALI NATURALI ED ARTIFICIALI



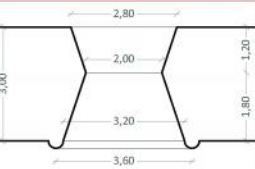
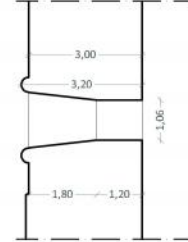
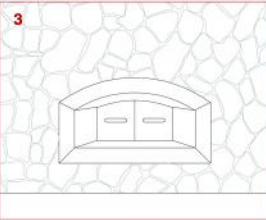
PORTALE D'ACCESSO



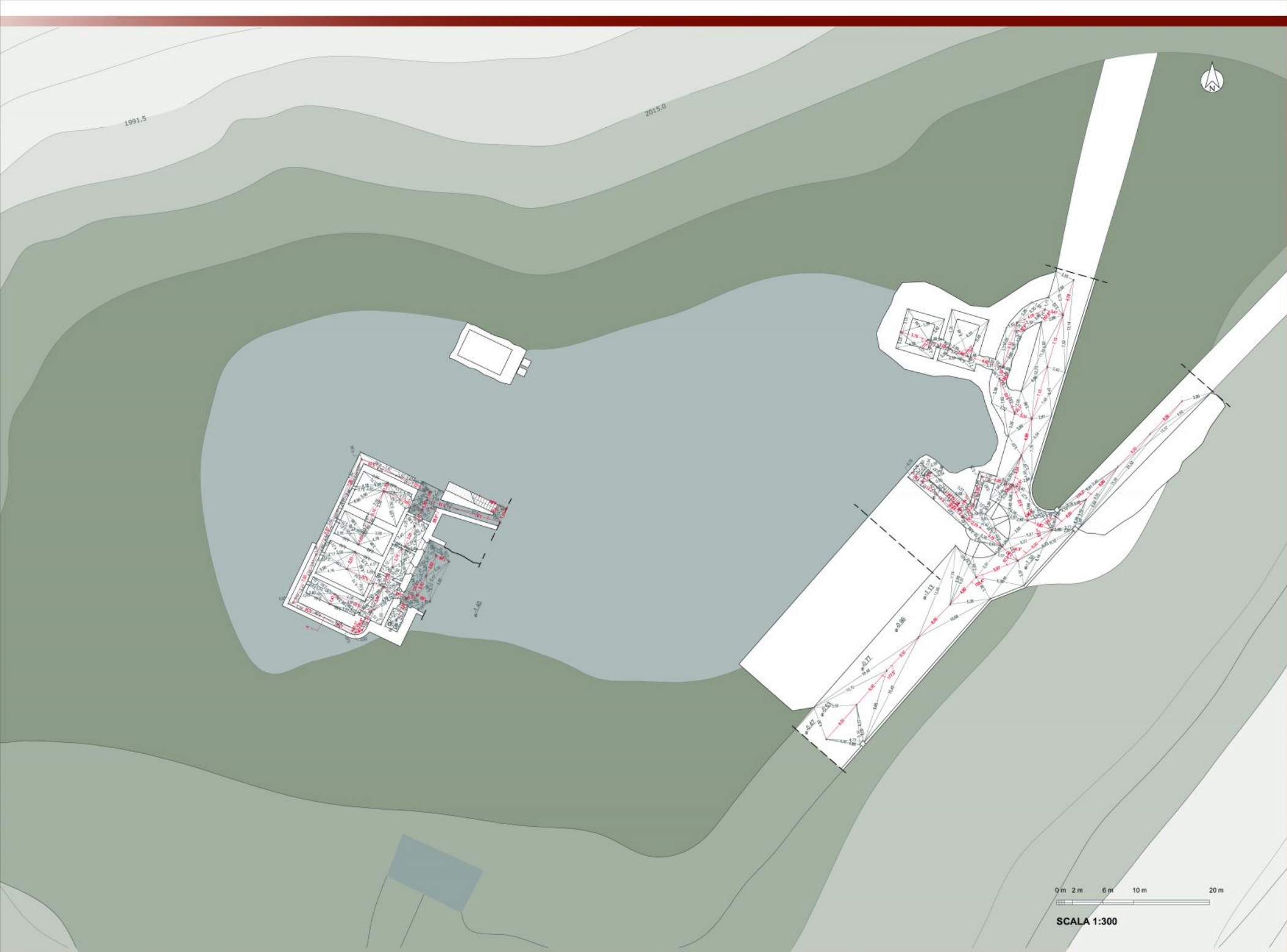
FINESTRA DEL PRIMO PIANO

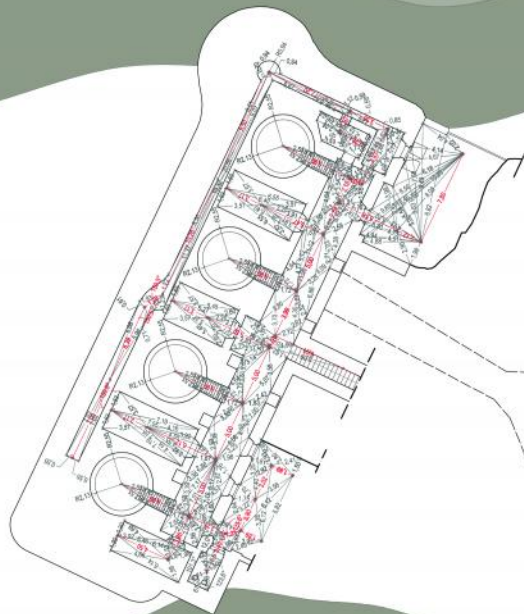


FERITOIA ORIZZONTALE









0 m 2 m 6 m 10 m 20 m
SCALA 1:300

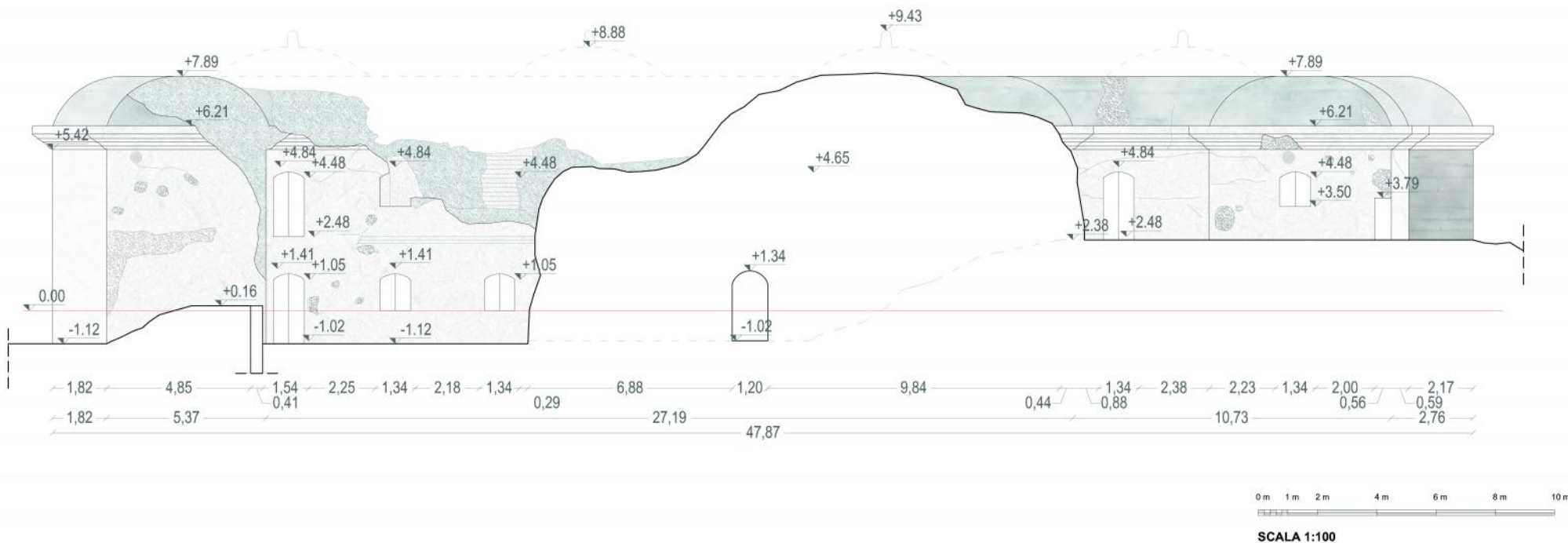
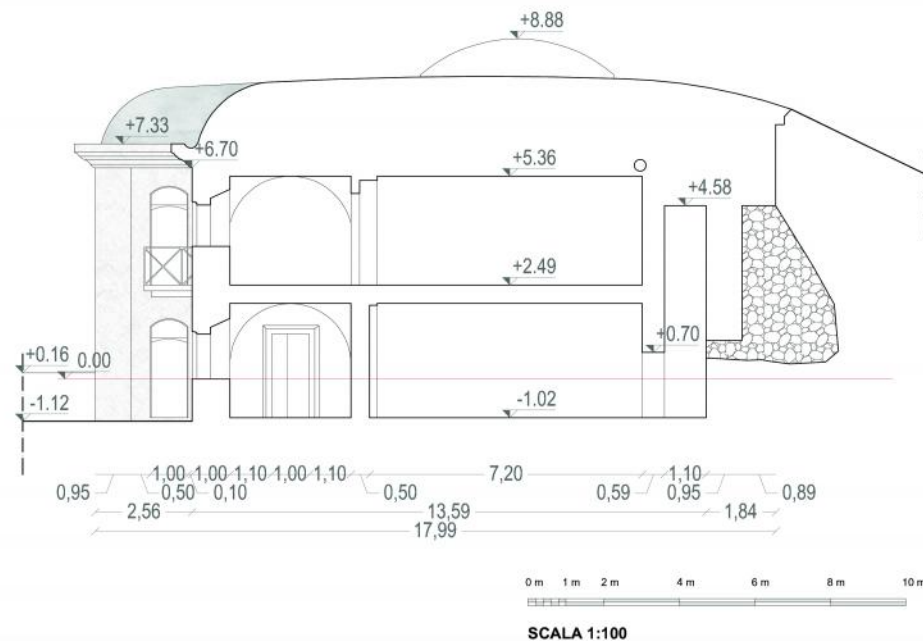
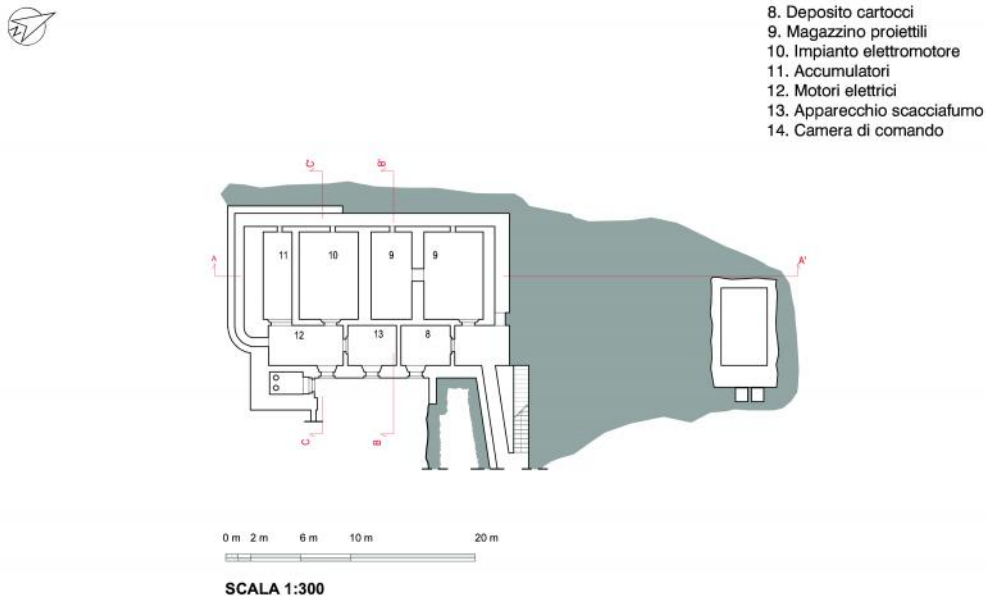
1991.5

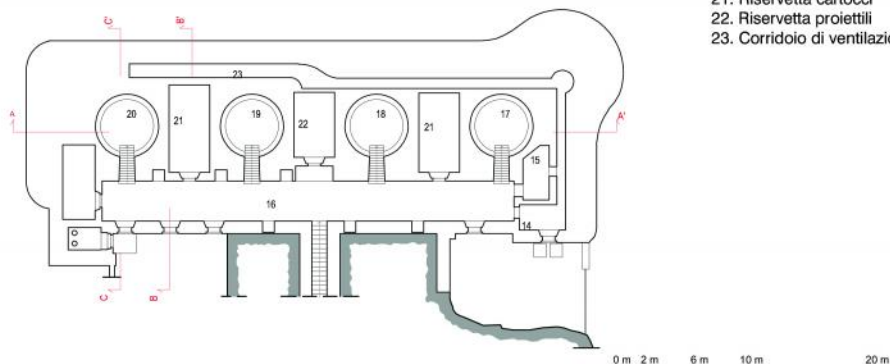
TAVOLA N
V3

DOTTORATO IN ARCHITETTURA
PATRIMONIO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO: STORIA E RESTAURO
RILIEVO GEOMETRICO DEL FORTE VERENA: PLANIMETRIA DEL PRIMO PIANO
Ingegneria militare e fortificazioni nell'Arco alpino orientale dell'età post unitaria al primo conflitto mondiale
TUTOR: PROF. ARCH. RENATA PICONE

Università degli Studi di Napoli Federico II
A.A. 2018/2019

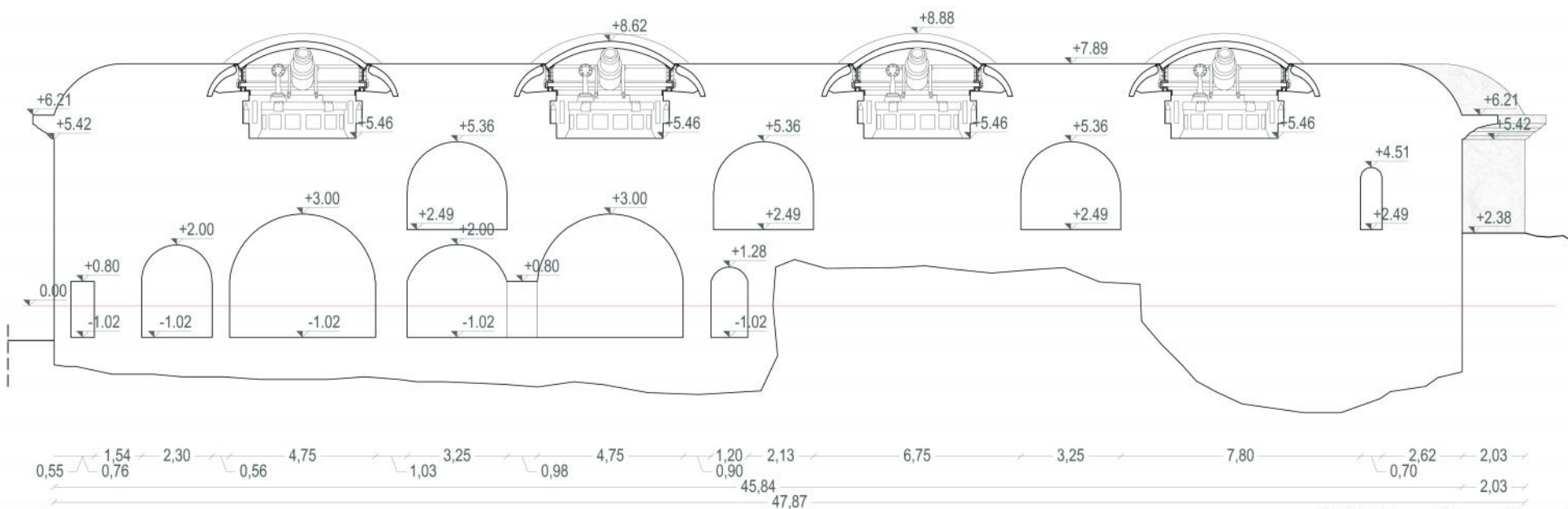
DOTTORANDA: SARA ISGRÒ





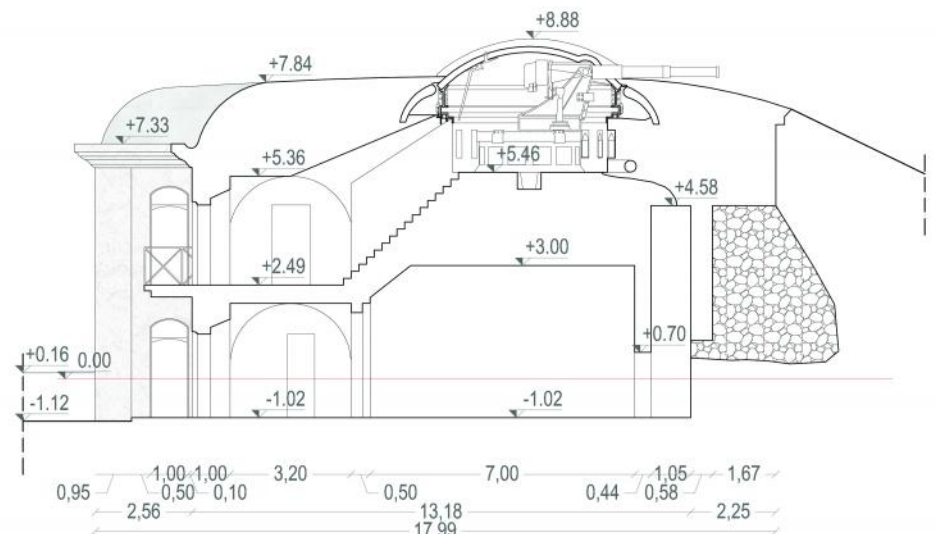
SCALA 1:300

SEZIONE A-A': IPOTESI DI SISTEMAZIONE ORIGINARIA



SCALA 1:100

SEZIONE C-C': IPOTESI DI SISTEMAZIONE ORIGINARIA

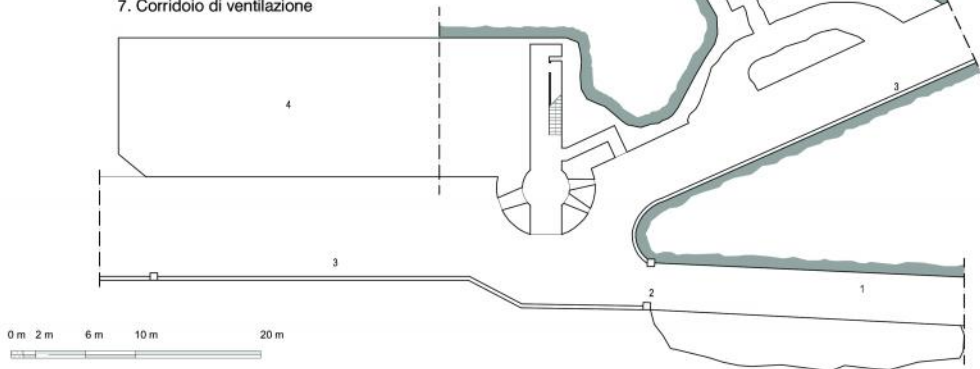


SCALA 1:100

PLANIMETRIA DEL PIANO TERRA CON INDIVIDUAZIONE DELLO SCHEMA DISTRIBUTIVO DEGLI AMBIENTI

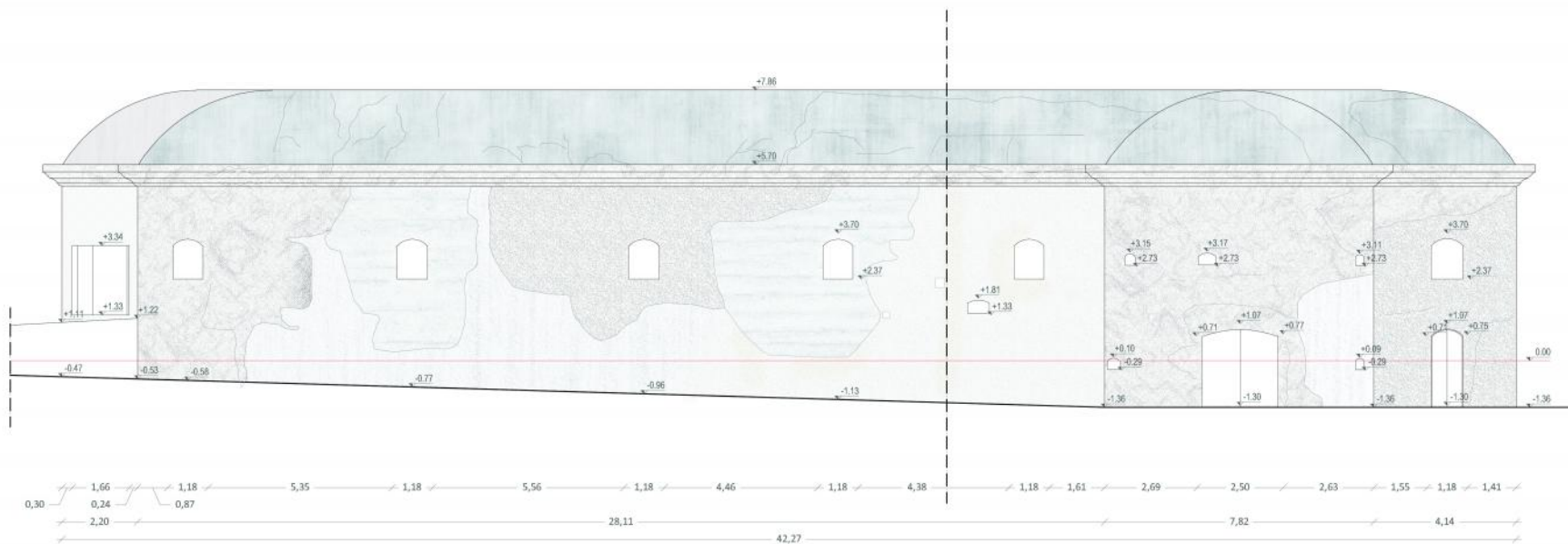


1. Strada di accesso
2. ingresso
3. Fossato di gola
4. Proprietà privata
5. Deposito munizioni
6. Servizi
7. Corridoio di ventilazione



SCALA 1:300

PROSPETTO ORIENTALE: STATO DI FATTO



SCALA 1:100

PLANIMETRIA DEL PRIMO PIANO CON INDIVIDUAZIONE DELLO SCHEMA DISTRIBUTIVO DEGLI AMBIENTI

